Agriculture Canada

Publication 1849/F

Pulvérisateurs agricoles de pesticides

Canada

La mention d'un nom de fabricant sur une photographie ne signifie pas qu'Agriculture Canada en approuve le produit.

Pulvérisateurs agricoles de pesticides

Compilé par

R. Grover
Station de recherches
Regina (Saskatchewan)

W.B. Reed
Département des techniques agricoles
Université de la Saskatchewan
Saskatoon (Saskatchewan)

Les recommandations de la présente publication sur l'usage des pesticides ne sont données qu'à titre indicatif. L'application d'un pesticide doit se conformer au mode d'emploi indiqué sur l'emballage, comme le prescrit la Loi sur les produits antiparasitaires. **Toujours lire ce mode d'emploi.** Le pesticide devrait aussi être recommandé par les autorités de la province. Comme les recommandations sur l'emploi peuvent varier d'une province à l'autre, consulter pour plus de précisions le représentant agricole de la province.

Agriculture Canada Publication 1849/F
On peut en obtenir des exemplaires
à la Direction générale des communications
Agriculture Canada, Ottawa (Ont.) K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
N° de cat. A43-1849/1990F ISBN : 0-662-96091-2
Impression 1990 1,5M-12:90
La présente publication remplace Agric. Can. Publ. 1482 *Pulvérisateurs agricoles*

Production du Service aux programmes de recherche

Also available in English under the title
Field sprayers for pesticides

91-02780/

REMERCIEMENTS

Les personnes suivantes ont considérablement contribué à la présente publication :

A.J. Cessna
Chercheur, Station de recherches, Agriculture Canada, Regina, Sask.

T. Footz
Section de la lutte contre les mauvaises herbes, Direction de la protection des cultures, Division de l'industrie végétale, Agriculture Alberta, Edmonton, Alb.

P. Gebhardt
Ingénieur agricole, Direction du génie agricole, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de la Saskatchewan, Regina, Sask.

R. Grover
Chef de la Section du comportement des herbicides dans l'environnement, Station de recherches, Agriculture Canada, Regina, Sask.

O.H. Friesen
Ingénieur agricole en chef, Agriculture Manitoba, Winnipeg, Man.

J. Maybank
Agroenvironics, Saskatoon, Sask.

W.B. Reed
Chercheur, Département du génie agricole, Université de la Saskatchewan, Saskatoon, Sask.

E. Wiens
(Ex-) directeur du *Prairie Agricultural Machinery Institute*, Lethbridge, Alb.

Nous remercions aussi D. Pchajek, R. Bahry et T. Wolf, agronomes à la Station de recherches de Regina, qui nous ont aidés à compiler les données; S. Racz qui a dactylographié le texte; K. Lingley du ministère de l'Agriculture de l'Île-du-Prince-Édouard, F.D. Sumsion de l'*Ontario Centre for Farm Machinery & Food Processing Technology*, Chatham, Ont.; R. Walker, directeur de la Division de l'Agriculture de la Société John Brooks Ltd., Mississauga, Ont.; B. Rogers, *Rogers Engineering*, Saskatoon, Sask.; B. Storozynsky de l'*Alberta Farm Machinery Research Centre* (l'ex PAMI ou *Prairie Agricultural Machinery Institute*), Lethbridge, Alb.; G.W. Anderson, professeur au Département des sciences agricoles de l'Université de Guelph, Ont., qui ont fait des observations sur le texte ou qui ont fourni une ou plusieurs illustrations, ou qui ont fait l'un et l'autre. Pierre Beauchamp du Service aux programmes de recherches, à titre d'expert en pesticides, a été le conseiller technique pour la version française.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements 4

Introduction 9

Types de pulvérisateurs 9
Pulvérisateurs manuels 10
- Pulvérisateurs à pression à jet projeté 10
- Pulvérisateurs à dos 10
- Pulvérisateurs portables 12

Pulvérisateurs sur véhicule tout terrain 12
Pulvérisateurs portés par tracteur 13
Pulvérisateurs enjambeurs 13
Pulvérisateurs semi-portés 13
Pulvérisateurs portés sur camion 15
Pulvérisateurs autotractés 15
Pulvérisateurs montés sur avion 16
Pulvérisateurs à pression à jet porté 16
Autres moyens de traitement 18
- Applicateurs 18
- Pulvérisateurs centrifuges 19
- Pulvérisateurs pneumatiques 20
- Pulvérisateurs électrostatiques 20

Pièces des pulvérisateurs 22
Cuves 23
- Acier inoxydable 24
- Polyéthylène 24
- Fibre de verre 24
- Aluminium 24
- Acier galvanisé 24

Châssis 25
Transvasement des pesticides 25
Agitateurs 26
Pompes 26
- Types 29
- Matériaux 31
- Capacité 32

Réglage de la pression 32
- Régulateurs manuels 33
- Régulateurs électroniques 33
- Manomètres 33

Filtres, tamis, crépines 35
Rampes et systèmes de suspension 36
Robinets de fermeture et de commande 38
Conduites et raccords 38

Agencement des conduites 38
Dosage du pesticide 38
Systèmes d'injection 42
Pastilles 43
Matériaux 43
Types 44
Buses à raccord rapide 60
Tamis et crépines des buses 61
Soupapes de retenue 61
Remplacement 63
Débitmètres 63
Lances 64

Fonctionnement du pulvérisateur 65
Planification 65
Règlements 66
Unités de grandeur 66
Facteurs de conversion 66
Besoins en produits 67
Étalonnage du pulvérisateur 67
Étalonnage des buses 67
Détermination de la vitesse d'avancement 68
Table de référence pour l'emploi des buses ou des pastilles 69
Étalonnage du pulvérisateur 69
Dispositifs de surveillance électronique 71
Asservissements 71
Débitmètres 72
Réglages préliminaires 72
Modification du débit d'application 72
Chargement du pulvérisateur 73
Qualité de l'eau 73
Compatibilité et stabilité des mélanges 73
Déplacements du pulvérisateur vers le champ 75
Le traitement 75
Buses distales 75
Manques et recouvrements 75
Balisage 76
Méthode recommandée de pulvérisation 76

Entretien du pulvérisateur 76
Élimination de l'excédent de pesticide 76
Nettoyage du pulvérisateur 77
Remisage du pulvérisateur 77

Maîtrise de la dérive 78
Types de dérive 78
Grosseur des gouttelettes 78
Maîtrise de la dérive 79

Facteurs ambiants 79
Facteurs techniques 81
Facteurs physico-chimiques 83

Santé et sécurité 85
Manipulation et élimination des récipients 85
Rinçage des récipients 85
Élimination sur place 86
Centres régionaux et locaux d'élimination 86
Lignes directrices pour réduire au minimum l'exposition au cours de la manipulation et de l'application des pesticides 86
Renseignements qui figurent sur les emballages 86
Équipement et vêtements de protection 88

Liste de vérification 91

Renseignements supplémentaires 94

Annexe 94

INTRODUCTION

Les pesticides font partie intégrante des systèmes modernes de production agricole et ils sont largement utilisés contre les mauvaises herbes, les insectes ainsi que les agents pathogènes. L'efficacité d'un pesticide (herbicide, insecticide, fongicide) ou d'une substance de croissance végétale dépend des paramètres suivants :

- de son application à la bonne dose et au bon débit
- de la lutte contre le parasite au moment où ce dernier est le plus vulnérable (c'est-à-dire choix du moment le plus propice)
- de la bonne utilisation du bon type de matériel d'application.

Le coût élevé des pesticides, l'apparition de nouveaux produits qui s'appliquent à des doses extrêmement faibles et le souci de plus en plus aigu de l'environnement font en sorte que tout le matériel de traitement doit être d'une qualité maximale et que son utilisation et son entretien soient à la hauteur.

Les pesticides mal utilisés peuvent être moins efficaces et causer des dommages aux cultures vulnérables. Les applications trop rapprochées de pesticides rémanents peuvent aussi porter atteinte aux cultures ultérieures. Le manque de précautions et le défaut de matériel et de vêtements de protection peuvent nuire considérablement à la santé. L'entreposage et la manutention non avisés ainsi que l'élimination sauvage des récipients vides peuvent causer des ennuis graves à l'environnement.

La présente publication traite des divers types de pulvérisateurs, de leurs pièces et de leur utilisation efficace. Il est également question de l'entretien du matériel, de la maîtrise de la dérive ainsi que des précautions à prendre pour assurer la sécurité et la santé. Nous renvoyons le lecteur aux bulletins et aux publications cités à la section «Pour en savoir plus» à la fin.

TYPES DE PULVÉRISATEURS

Le plus répandu est le pulvérisateur à rampe et à faible pression. C'est pourquoi, la plus grande partie de la publication sera consacrée à ses pièces et à son emploi. Généralement, ce pulvérisateur porte des buses fixes, espacées de 50 cm sur une rampe qui les alimente en produit. Ces buses donnent un jet plat, dont la répartition au sol est uniforme quand la pression et la hauteur sont optimales.

Pour les cultures en rangs, les pulvérisateurs peuvent porter des buses fixées à des tuyaux de caoutchouc ou à de courtes conduites de descente attachées à hauteur réglable à un cadre. L'espacement entre les buses, le long du cadre, est réglable selon l'espacement des rangs. Généralement à jet plat, les buses de ces pulvérisateurs permettent une application sans chevauchement, en bandes régulières. Pour le

traitement insecticide ou fongicide, on utilise communément des buses à jet conique sur les pulvérisateurs de culture en rangs.

Les pulvérisateurs sans rampe ni cadre servent habituellement au traitement pesticide des pâturages, du bord des routes ou d'autres terrains dont la nature accidentée empêche le passage des rampes. Ils peuvent aussi servir au traitement insecticide du pourtour des champs et des herbages. Leur emploi pour le traitement herbicide des cultures *n'est pas* recommandé en raison de la répartition inégale du produit et de la possibilité de dérive.

Les petits pulvérisateurs, à main ou portés, sont utiles pour le traitement ponctuel des champs, des gazons ou des terrains inaccessibles au gros équipement.

Les pulvérisateurs à pression à jet porté servent presque exclusivement au traitement insecticide et fongicide des vergers et des cultures légumières, tandis que les nébuliseurs ou brumiseurs de divers types servent à combattre les moustiques et les mouches, tant dans les locaux qu'à l'extérieur.

PULVÉRISATEURS MANUELS

Pulvérisateurs à pression à jet projeté

Presque tous fonctionnent à la pompe à main. Cette pompe, refoulante, interne ou externe, en fait partie intégrante. La projection du produit sur la cible fait rapidement baisser la pression interne du réservoir, de sorte que l'utilisateur doit s'arrêter et actionner la pompe de nouveau.

La plupart de ces pulvérisateurs possèdent une buse réglable dont le jet peut être de fin à grossier, soit sous forme de cône ou d'un jet bâton qui peut atteindre une portée de 3 à 5 m.

Pulvérisateurs à dos

La contenance du réservoir du modèle ordinaire (fig. 1) est de 8 à 20 L. Le liquide est expulsé en passant par un petit compartiment tampon sous la pression entretenue par le fonctionnement continu de la pompe à main. La pression de l'air est retenue pendant un cours moment dans le compartiment tampon, mais le débit du liquide baisse rapidement lorsque l'action de la pompe est interrompue.

Ce type de pulvérisateur permet d'utiliser un plus gros volume de liquide plus facilement que le pulvérisateur manuel à jet projeté. Il est donc adapté au plus gros travaux.

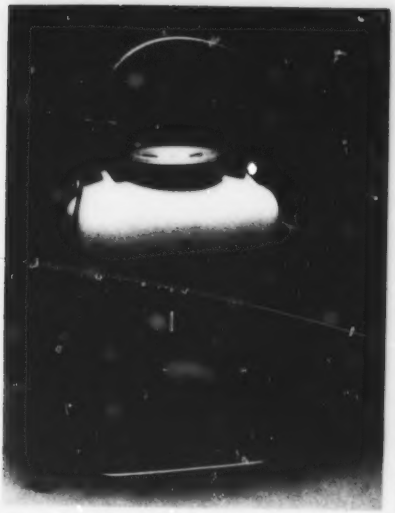


Fig. 1 Pulvérisateur à dos.

Fig. 2 Pulvérisateur portable.

Fig. 3 Pulvérisateur porté par tracteur.

Fig. 4 Pulvérisateur enjambeur.

Dans certains modèles, la manette de la pompe peut être placée d'un côté ou de l'autre du pulvérisateur, ce qui constitue un avantage pendant le traitement de grandes superficies.

Les matériaux les plus utilisés sont l'acier inoxydable, l'acier galvanisé et le laiton. Les modèles en plastique sont, depuis peu, en grande vogue, en raison de leur résistance à la corrosion et de leur légèreté. Un avantage supplémentaire est la possibilité de voir le niveau du liquide au travers du réservoir de plastique.

Certains pesticides comme les poudres mouillables se déposent rapidement dans l'eau, ce qui constitue un problème avec les pulvérisateurs manuels qui ne sont pas agités. En secouant périodiquement le réservoir au cours du traitement, on empêche le pesticide de s'y déposer.

Un essai à blanc, avec de l'eau, sur une superficie mesurée, montre quelle proportion de cette dernière est couverte par le volume du réservoir.

Pulvérisateurs portables

Ces pulvérisateurs à main (fig. 2) permettent de traiter les grands gazons. La capacité du réservoir est habituellement de 15 à 25 L et la largeur de la bande traitée est de 1 à 2 m.

Dans un modèle, la solution est transportée vers un disque tournant, entraîné dans son mouvement par une roue de l'engin. À la vitesse normale de la marche, le disque disperse la solution sur une largeur d'environ 1 m. La hauteur du disque étant fixe, le pulvérisateur ne peut être utilisé que sur les surfaces tondues.

Dans un autre modèle, qui fonctionne à basse pression, cette dernière est fournie par une pompe tubulaire constituée d'un flexible étiré sur un tambour à rouleaux. Mû par la roue du pulvérisateur, le tambour comprime, par le truchement de chaque rouleau, le flexible, ce qui crée un vide qui aspire la solution du réservoir. Le rouleau suivant comprime la solution le long du tube jusqu'aux buses. La hauteur de ces dernières est réglable.

PULVÉRISATEURS SUR VÉHICULE TOUT TERRAIN*

Habituellement, la pompe de ces pulvérisateurs est électrique, à 12 V, mue par batterie.

Elle débite environ 5 L/min à la pression de 200 kPa. Une courte lance de type pistolet permet l'arrosage des herbes ou des arbres contre les insectes.

---

* *ATTENTION* : Ces pulvérisateurs ne conviennent pas aux poudres mouillables, à moins qu'on n'agite suffisamment le liquide.

PULVÉRISATEURS PORTÉS PAR TRACTEUR

La contenance des cuves va de 500 à 2 000 L (fig. 3). La pompe peut être entraînée directement à la prise de force du tracteur ou par un moteur hydraulique. Les rampes peuvent être fixées à l'avant, à l'arrière ou, parfois, en position ventrale pour une application avec une grappe de buses. L'application sans rampe est pratique sur terrains accidentés. Les pulvérisateurs portés sont parfois combinés à d'autres appareils tels que les planteuses, les cultivateurs ou les accessoires de travail du sol pour le traitement des cultures en rangs.

Parfois, on fixe les pulvérisateurs au châssis d'une andaineuse autotractée ou à d'autres engins agricoles. La contenance de la cuve est limitée par la capacité de charge du châssis.

PULVÉRISATEURS ENJAMBEURS

Ces pulvérisateurs à grand dégagement (fig. 4), qui servent dans les cultures en rangs, sont le fruit de l'évolution des pulvérisateurs portés. En position habituellement basse, la cuve peut passer entre deux rangs. La hauteur de la rampe est réglée selon celle de la culture et des besoins du traitement. Grâce aux essieux de longueur réglable, on peut traiter des cultures en rangs de largeur très variable, tandis que les gardes de roues empêchent d'endommager les cultures basses.

PULVÉRISATEURS SEMI-PORTÉS

Le type le plus commun est le pulvérisateur remorqué (fig. 5). La capacité de sa cuve peut atteindre 4 000 L, tandis que la longueur des rampes peut dépasser 35 m. Portées par le tracteur ou fixées au pulvérisateur, les pompes sont entraînées soit par la prise de force du tracteur, soit par un moteur hydraulique; celles de certains pulvérisateurs sont entraînées par la roue de ces derniers. Ces pulvérisateurs servent à l'application de la plupart des pesticides dans les cultures de céréales ou d'oléagineuses. L'écartement entre les buses, sur rampe ou cadre, est habituellement de 50 cm.

De petits modèles de ces pulvérisateurs sont communément utilisés par les propriétaires de grands terrains, les industries ou les agriculteurs possédant de vastes pelouses. Ces pulvérisateurs peuvent être munis d'une pompe électrique de 12 V ou d'une pompe entraînée par la prise de force du tracteur. Des lances pistolets sont fournies pour le traitement des arbres contre les insectes ou les maladies.

Fig. 5 Pulvérisateur remorqué.

Fig. 6 Pulvérisateur porté sur camion.

Fig. 7 Gros pulvérisateur autotracté.

PULVÉRISATEURS PORTÉS SUR CAMION

Ces pulvérisateurs peuvent être fixés sur des patins pour être portés dans des camionnettes ou des camions à plate-forme (fig. 6). Un moteur auxiliaire entraîne la pompe; la capacité de la cuve est limitée par la grosseur du camion. Les rampes servent au traitement des cultures, mais on peut les enlever pour le traitement des pâturages, du bord des routes ou d'autres endroits trop accidentés. Certains modèles sur camion possèdent des rampes qui se replient pour les déplacements.

La cuve des gros modèles peut contenir jusqu'à 10 000 L. Ces pulvérisateurs sont montés sur de gros camions pour le traitement du bord des routes contre les mauvaises herbes et les broussailles ou pour le traitement des emprises de pipelines ou de lignes de transport d'électricité. Ils sont généralement équipés d'une pompe à piston ou à diaphragme, qui produit des pressions élevées pour les lances de type pistolet. Toutefois, une pression excessive accroît la possibilité de dérive et elle n'est généralement pas recommandée pour les traitements herbicides.

Pour le traitement du bord des routes, certaines municipalités utilisent diverses rampes à commande hydraulique. Sur certains pulvérisateurs, les buses, simples ou doubles, sont à jet asymétrique, tandis que, comme sur les pulvérisateurs sans rampe, des buses spéciales permettent de réduire la dérive. Les appareils sans rampe sont moins coûteux que les rampes articulées hydrauliques. Cependant, le jet n'est pas réparti aussi uniformément et il est exposé à la dérive. Comme il est difficile de faire rouler le camion à vitesse constante, il est recommandé d'équiper ces pulvérisateurs de régulateurs automatiques ou de débitmètres.

PULVÉRISATEURS AUTOTRACTÉS

De fortes dimensions, ces pulvérisateurs sont montés sur des pneus larges à faible pression (fig. 7) qui causent des dommages moins graves aux cultures que les pneus de largeur ordinaire et qui autorisent le passage des roues dans des conditions de surface défavorables. En raison de leur coût très élevé, ces engins ne conviennent qu'aux exploitations très grandes ou aux entrepreneurs spécialisés. La cuve de certains engins peut avoir une contenance de 10 000 L. La poussière soulevée par les gros pneus, à grande vitesse, peut nuire à la lutte contre les mauvaises herbes. On évitera donc de circuler à trop grande vitesse lors du traitement herbicide de postlevée.

Pour les traitements à petit débit, on utilise parfois des pulvérisateurs autotractés de plus petites dimensions (*Spra-Coupe*) (fig. 8). Le traitement à petit débit augmente la possibilité de dérive. Les derniers modèles possèdent une cuve plus grande ainsi que des buses fixées à des rampes plus basses. De type enjambeur aux roues à écartement variable, ces pulvérisateurs se prêtent aux traitements

insecticides et fongicides à une date ultérieure de la saison agricole. On peut aussi les utiliser dans les cultures en rangs.

PULVÉRISATEURS MONTÉS SUR AVION

Les principaux avantages de ces pulvérisateurs, par rapport aux pulvérisateurs roulants, sont les suivants :

- les endroits inaccessibles au matériel roulant peuvent être traités
- les traitements peuvent être effectués plus rapidement
- on élimine le compactage du sol et les dommages causés par les machines aux cultures
- le producteur n'a pas à y consacrer des capitaux, si un entrepreneur spécialisé peut se charger de ce travail.

Parmi les inconvénients, il faut tenir compte des points suivants :

- le coût du traitement est supérieur à celui qu'on effectue au moyen des engins au sol
- le risque de dérive est supérieur, ce qui limite davantage le traitement selon l'état du vent et limite le temps disponible
- on ne peut pas traiter les petits terrains du haut des airs
- le nombre de pesticides approuvés pour ce traitement est limité
- un bon étalonnage et la bonne conduite de l'opération sont essentiels, parce que les pulvérisateurs fixés aux avions n'assurent pas une répartition aussi uniforme des pesticides que les engins au sol. Pour assurer une application uniforme, il faut évaluer soigneusement chaque avion et en régler de même le fonctionnement.

Même si les hélicoptères sont plus manoeuvrables que les avions à voilure fixe et qu'ils n'ont pas besoin d'une bande d'atterrissage pour fonctionner, leurs frais d'utilisation sont plus élevés et ils transportent une charge utile plus petite.

PULVÉRISATEURS À PRESSION À JET PORTÉ

Avec ces appareils, l'air sert de vecteur au liquide pulvérisé (fig. 9). La combinaison de l'air et de l'eau comme vecteur des pesticides permet une concentration supérieure du produit projeté, sur une superficie plus grande par unité de volume. On se sert de ces pulvérisateurs dans les vergers, les vignobles, les cultures de framboises, de bleuets, de houblon, de conifères et dans divers types de cultures légumières.

Fig. 8 Petit pulvérisateur autotracté.

Fig. 9 Pulvérisateur à pression à jet porté.

Fig. 11 Applicateur à action capillaire.

Fig. 10 Applicateur à rouleau.

Les buses sont habituellement à jet conique creux. La sélection de la pastille et de l'hélice procurera la combinaison requise de débit et de grosseurs de gouttelettes.

La densité des plants, de même que la masse des feuilles et l'épaisseur de la tige, déterminent la vitesse et le volume de l'air nécessaires à une bonne pénétration. Ces conditions varient selon la nature de la culture et son stade de développement.

Un autre facteur, particulièrement important pour le traitement des vignobles, des petits fruits (baies) et des légumes, est l'effet du rebondissement de l'air sur une masse très dense de feuillage. Comme tous les végétaux tendent à exposer leur surface foliaire au soleil, il peut être difficile d'assurer une bonne pénétration et un traitement sur toute la superficie de toutes les feuilles. Certains pulvérisateurs sont dotés de buses orientables. Les meilleurs résultats ont été obtenus par réglage de l'orientation de ces buses entre 30 et 45° vers l'arrière, par rapport au sens de l'avancement. Autre facteur important de bonne pénétration, la vitesse d'avancement, qui ne devrait pas dépasser 7 km/h durant le traitement avec ce type de pulvérisateur.

Des nébuliseurs ou brumiseurs légers, portatifs, sont utilisés dans les locaux et à l'extérieur contre les moustiques et les mouches. Ils servent aussi à l'application de désodorisants. Certains fabricants vendent des trousses qui permettent d'utiliser les pulvérisateurs motorisés à dos comme nébuliseurs.

AUTRES MOYENS DE TRAITEMENT

Applicateurs

Pour la lutte contre les mauvaises herbes à petite échelle, le recours à des applicateurs à hauteur réglable permet de miser sur la différence de hauteur entre la culture et la mauvaise herbe à détruire. En général, cette dernière doit dépasser la culture d'au moins 15 cm. Divers types d'applicateurs existent et peuvent être utilisés dans les cultures en rangs, lorsque les mauvaises herbes hautes menacent la récolte.

Applicateur à rouleau

Les mauvaises herbes qui dépassent la culture entrent en contact avec le rouleau (fig. 10) sur lequel on a appliqué un herbicide.

Applicateur à action capillaire

Son fonctionnement (fig. 11) ressemble à celui de l'applicateur à rouleau, sauf qu'au lieu d'un rouleau il est muni d'une conduite renfermant l'herbicide à laquelle on attache des longueurs de corde qui sont mouillées par l'herbicide, par action capillaire. Ces cordes, en

frôlant la hauteur excédentaire des mauvaises herbes, déposent de l'herbicide sur ces dernières.

Applicateurs à la main

Généralement construit d'un tube de plastique courbé comme un bâton de hockey et portant un câble ou des câbles fixés à sa partie distale, il fonctionne lui aussi par capillarité, comme l'applicateur à action capillaire décrit ci-dessus (fig. 12).

Ce type d'applicateur a été conçu pour le parterre et le potager de petites dimensions contre la croissance de mauvaises herbes à proximité de la végétation cultivée. L'herbicide ne tue que les plantes directement touchées par les quantités convenables de solution. Il faut répéter le traitement si l'on veut se débarrasser de la végétation qui n'a pas été touchée ou qui n'a pas reçu une dose suffisante la première fois.

Tous ces appareils possèdent des avantages et des inconvénients. Les avantages sont les suivants :

- au moyen d'herbicide non sélectif, on peut atteindre une certaine sélectivité
- on peut utiliser des quantités moindres d'herbicide, ce qui réduit l'usage de ces derniers, les coûts ainsi que la présence de résidus dans le sol
- la dérive vers les secteurs contigus est réduite

Les inconvénients sont les suivants :

- l'efficacité de la lutte est moindre qu'avec la pulvérisation traditionnelle
- les mauvaises herbes basses ne sont pas détruites
- la lutte s'effectue vers la fin de la saison végétative, une fois que la concurrence s'est exercée de façon considérable
- l'utilisation d'un nouvel équipement s'impose
- la circulation dans la culture qui se trouve à un stade avancé de développement peut provoquer des pertes de production.

Les applicateurs dont la hauteur est réglable sont normalement utilisés comme moyen supplémentaire contre les mauvaises herbes qui ont échappé aux opérations antérieures de lutte ou contre les infestations localisées de mauvaises herbes vivaces. Les cultures en rangs, qui permettent la circulation vers la fin de la saison sans risque de piétinement, de même que les cultures fourragères sont deux autres groupes de cultures qui bénéficient de ces applicateurs.

Pulvérisateurs centrifuges

Ces applicateurs (fig. 13) permettent de maîtriser la grosseur des gouttelettes. Habituellement semi-portés, ils peuvent aussi être portés par le tracteur. Le long de la rampe, on trouve, à tous les mètres, des disques tournants, actionnés électriquement ou

hydrauliquement (fig. 14). La solution tombe en quantité mesurée sur les disques tournants. Des gouttelettes sont formées par force centrifuge, puis la solution est projetée horizontalement ou verticalement. La grosseur des gouttelettes ainsi formées dépend du débit de la solution et de la vitesse de rotation du disque. Certains applicateurs donnent des gouttelettes dont le spectre de grosseurs est très étroit. Le réglage de la vitesse de rotation du disque ainsi que du débit donne des gouttelettes de grosseurs différentes. On préfère habituellement celles dont le diamètre varie entre 150 et 250 µm. À cette grosseur, les gouttelettes recouvrent une plus grande surface de la plante et préviennent la dérive. Toutefois, des études ont montré, dernièrement, que ces applicateurs ou pulvérisateurs donnent lieu à une dérive supérieure à celle des pulvérisateurs ordinaires et que la répartition du dépôt est aussi plus variable. Selon le diamètre des disques, la vitesse de ces derniers est habituellement fixée à 2 500 r/min. Les pulvérisateurs centrifuges conviennent le mieux aux traitements à petit débit (25 à 30 L/ha).

Pulvérisateurs pneumatiques

Portés sur camion ou sur remorque, ces pulvérisateurs (fig. 15) sont dotés, au lieu de buses, de conduites venturi pour le passage de l'air (fig. 16). Ces tubes sont à écartement d'environ 17 cm, le long d'un cadre ou d'une armature. La solution, à très faible pression (environ 40 kPa) est transportée par des flexibles jusqu'à une tuyère située dans les tubes venturi. Un gros ventilateur, entraîné par la prise de force du tracteur, envoie l'air dans les rampes, et cet air, en traversant les tuyères, amène l'émission de la mince couche de liquide émise à se briser en gouttelettes à la bordure arrière de la tuyère et entraîne ces dernières jusque sur le couvert végétal. Les gouttelettes sont minuscules (< 100 µm), ce qui favorise leur dérive. Les pulvérisateurs pneumatiques sont le plus efficaces à faible débit d'application (env. 25 L/ha) et lorsqu'on recherche une bonne pénétration du couvert végétal.

Pulvérisateurs électrostatiques

Pour prévenir la dérive et améliorer la répartition du produit sur le feuillage ainsi que la pénétration du couvert végétal, on confère aux gouttelettes une charge électrique. La solution reçoit une faible charge positive avant sa sortie des buses ou sa projection par les disques. Comme la charge des plantes et du sol est légèrement négative, les gouttelettes sont attirées par ces derniers. En théorie, on pourrait appliquer de faibles doses de solution, sous forme de petites gouttelettes (< 100 µm) qui seraient réfractaires à la dérive.

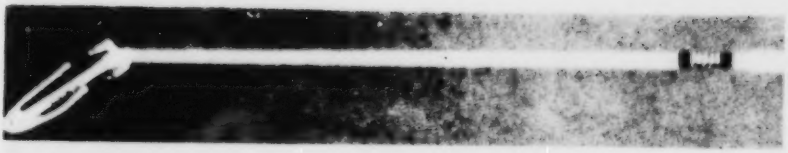


Fig. 12 Applicateur à la main.

Fig. 13 Pulvérisateur centrifuge.

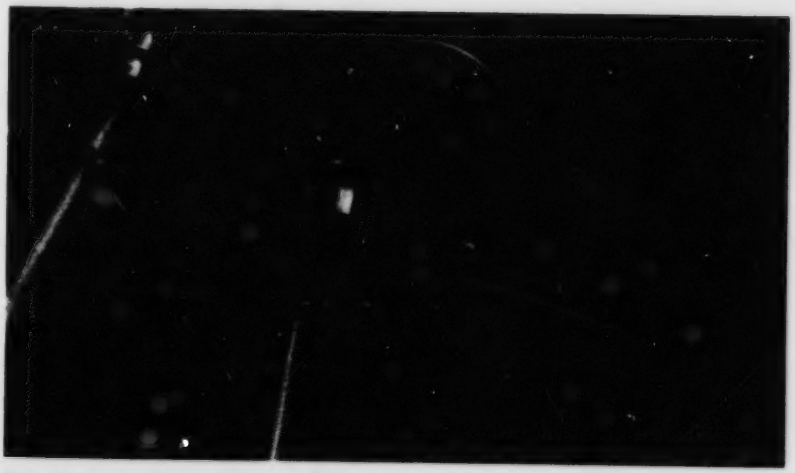


Fig. 14 Gros plan du disque rotatif entraîné par un moteur électrique.

Fig. 15 Pulvérisateur pneumatique.

Fig. 16 Gros plan d'une conduite venturi d'un pulvérisateur pneumatique.

PIÈCES DES PULVÉRISATEURS

Pour que le pesticide touche la cible, les pièces doivent concourir efficacement aux fonctions fondamentales suivantes :

- retenir et transporter le pesticide et l'eau, ensemble ou séparément

- mesurer ou doser ces deux liquides
- répartir de la façon appropriée et à la dose voulue le mélange de pesticide et d'eau sur la cible.

La nature et le nombre de pièces dépendent des dimensions du pulvérisateur et de la complexité des dispositifs de commande et de contrôle utiles à l'opérateur. Les pièces doivent être soigneusement choisies et appariées afin d'optimiser le rendement.

CUVES

Elles existent dans une large gamme de formes, de contenances et de matériaux. On évitera celles qui sont parallélipédiques et celles dont le fond est plat, en raison de la difficulté de les bien agiter et nettoyer. Les formes les plus en vogue sont l'ovale et le cylindre horizontal. Les cuves sphériques sont moins répandues, mais possèdent un avantage supplémentaire pour l'agitation et la vidange. La contenance devrait être proportionnelle à la largeur du pulvérisateur, aux volumes qu'on se propose d'épandre et au laps de temps qu'on juge acceptable entre deux remplissages. Une cuve trop petite ralentit le traitement en raison des remplissages fréquents qu'elle exige, au détriment de l'efficacité. Aux grosses cuves, on attache un nombre moindre de temps morts, mais ces cuves exigent un châssis plus robuste et plus lourd, et peuvent contribuer aux dommages infligés aux cultures ainsi qu'au compactage du sol.

L'ouverture de la cuve doit être grande, de 30 à 45 cm, bien située pour le remplissage, le nettoyage et l'inspection. Elle devrait être étanche aux éclaboussures, être fermée par un couvercle troué et être munie d'une crépine de 80 ou de 100 «mesh». La fermeture du couvercle devrait être suffisamment sécuritaire pour empêcher les petits enfants de pénétrer dans la cuve quand on ne se sert pas du pulvérisateur.

L'orifice de vidange devrait être situé dans la partie la plus basse de la cuve pour en permettre la vidange complète. Les cuves à conduites de remplissage par le fond sont utiles pour le chargement des pesticides et le mélange de ces derniers avec l'eau. Un appareil de mesure doté d'une échelle précise et de lecture facile est essentiel à la détermination du niveau du liquide.

Les cuves sont construites en acier inoxydable, en polyéthylène, en fibre de verre, en aluminium et en acier galvanisé. L'acier doux et l'acier galvanisé ne sont pas recommandés parce qu'ils se corrodent facilement. Vérifier sur l'emballage du pesticide s'il existe des précautions à prendre ou des instructions concernant les matériaux acceptables.

Acier inoxydable

Il s'agit du matériau de meilleure qualité, car il est fort et résistant à la corrosion par les pesticides. Les soudures utilisées durant la fabrication et la qualité inférieure de l'acier peuvent former des taches de rouille, mais, sauf l'aspect esthétique, ces dernières ne causent habituellement pas de problèmes graves.

Polyéthylène

Cette appellation regroupe une large gamme de matériaux de synthèse généralement résistants à la corrosion causée par les pesticides. On fabrique maintenant des cuves résistantes, durables et façonnées dans diverses formes et contenances. Les garder à l'intérieur pour éviter toute dégradation attribuable à la lumière du soleil. La plupart des cuves de polyéthylène se réparent par soudage à l'air chaud. Leur assurer un appui convenable pour éviter d'en soumettre certaines parties à des efforts prononcés.

Fibre de verre

Les cuves de fibre de verre sont largement utilisées sur tous les types de pulvérisateurs ainsi que pour les réservoirs nourrices. Résistante et durable, la fibre de verre se fissure ou se rompt sous un choc violent. Les réparations mineures peuvent se faire sur place à l'aide de trousses à cette fin. Certains solvants sont contre-indiqués pour ces cuves. Fournir un appui convenable à ces dernières, pour éviter d'en soumettre certaines parties à des pressions prononcées.

Aluminium

Les cuves d'aluminium résistent à la corrosion, conviennent à de nombreux pesticides et leurs coûts se situent dans la moyenne. Des expériences de laboratoire ont montré que l'herbicide TCA réagit avec ce métal. Cependant, si la cuve est nettoyée immédiatement après l'emploi du produit, il ne devrait pas y avoir de conséquences fâcheuses.

Acier galvanisé

Les cuves construites avec ce matériau sont moins coûteuses que celles en acier inoxydable, mais elles sont sujettes à la corrosion. Malgré les revêtements protecteurs, certains pesticides en viennent rapidement à bout. Les particules de rouille s'écaillent, obturent les pastilles, colmatent les crépines et peuvent endommager les pompes. L'acier galvanisé, même s'il convient à la plupart des pesticides, ne devrait pas entrer en contact avec les engrais liquides, plus corrosifs.

CHÂSSIS

Cet assemblage ne sert pas seulement à supporter le poids de la cuve et de son contenu, mais aussi à supporter les rampes.

Les pulvérisateurs à grosse cuve devraient rouler sur un nombre suffisant de roues, de grosseur convenable pour transporter la charge et atténuer les oscillations de la rampe. Des ponts montés en tandem ou sur un essieu pivotant, pour le châssis et les rampes dont les roues passent dans les mêmes traces, diminuent la superficie de compaction ainsi que les dommages causés aux cultures. L'essieu pivotant procure aussi un support constant et égal aux rampes, ce qui les maintient à la même hauteur au-dessus du terrain; les roues d'appui des rampes, à amortisseur, sont également efficaces. Les gros pneus à faible pression permettent aussi aux pulvérisateurs et aux rampes de circuler sans à-coups.

Les dommages causés aux cultures par les pneus du tracteur et du pulvérisateur sont variables et difficiles à évaluer. Même si les plantes peuvent être écrasées dans la voie des roues, cette perte affecte peu le rendement lorsque l'humidité du sol limite la production, comme dans les Prairies. D'après les expériences du *Prairie Agricultural Machinery Institute* (PAMI), les gros pneus à faible pression ainsi que les ponts en tandem réduisent efficacement le compactage et l'oscillation des rampes. Moins de 2 % de la superficie du champ porte le poids des roues du pulvérisateur, et la plus grande partie de la culture se rétablit habituellement.

Lorsqu'on utilise des roues jumelées, la superficie écrasée peut être plus grande, mais la répartition accrue du poids ainsi que l'accroissement de l'adhérence procurent un avantage sur le sol mou ou meuble. Les petits tracteurs, qui patinent davantage, peuvent arracher toutes les plantes sous leur passage. En général, les pneus des pulvérisateurs causent peu de dommages, mais les virages à haute vitesse ainsi que le patinage des pneus du tracteur peuvent endommager légèrement les cultures.

Les pulvérisateurs portés ou autotractés possèdent aussi divers supports pour maintenir les rampes à la même hauteur et en réduire les oscillations, y compris des roues extérieures ou porte-en-dehors. Comme le châssis des camions doit aussi pouvoir transporter une pleine cuve, le véhicule devrait avoir une dimension d'au moins 0,75 à 1,00 t, et être doté des pneus appropriés.

TRANSVASEMENT DES PESTICIDES

Il peut se faire, du récipient à la cuve, au moyen d'un dispositif d'admission. Beaucoup de nouveaux pulvérisateurs sont équipés d'une cuve distincte, commodément située pour le transvasement du pesticide à partir du sol. À mesure qu'on lui ajoute de l'eau, le pesticide passe dans la cuve du pulvérisateur, ce qui assure un bon mélange. Certains pulvérisateurs possèdent un tube d'aspiration qu'on peut insérer directement dans les récipients de pesticide. Dans les deux

cas, il faut veiller à transvaser la quantité convenable de pesticide, mais chacune de ces méthodes est plus pratique et plus sûre que le transvasement direct dans la cuve.

On peut aussi utiliser des pompes à main pour transvaser le pesticide dans la cuve.

AGITATEURS

Le degré d'agitation nécessaire dépend du type de pesticide et des dimensions de la cuve. Les concentrés liquides et les émulsions en exigent peu; les poudres mouillables, beaucoup, pour éviter qu'elles ne se déposent. L'agitation peut être assurée par des agitateurs mécaniques (fig. 17 *A*), des moteurs électriques ou hydrauliques, des moteurs à combustion interne ou la prise de force du tracteur.

L'agitation hydraulique est la plus répandue, car elle tire parti de la capacité excédentaire de la pompe, qui, par le truchement d'un gicleur ou d'un tube d'aspersion (fig. 17 *B* et *C*), procure une agitation amplement suffisante dans la plupart des cas. Les gicleurs se présentent dans toute une gamme de grosseurs, et le débit sortant peut être 2,5 fois plus élevé que le débit d'admission. Pour régler le degré d'agitation, il faut installer un robinet de réglage du débit dans la conduite d'alimentation. L'agitateur ne doit pas être relié à la conduite de dérivation.

Les ateliers qui font l'entretien du matériel d'exploitation agricole vendent des agitateurs hydrauliques qui s'installent dans les pulvérisateurs en service. S'assurer que la capacité de la pompe suffit pour autoriser l'adjonction d'un agitateur (voir la section «Capacité», sous-section «Pompes»).

POMPES

La pompe fournit le débit et la pression requis pour atomiser le liquide renfermé dans la cuve et pour l'agiter hydrauliquement. Choisir la pompe de sorte qu'elle puisse fournir le débit et la pression convenables pour les besoins de chaque opération de pulvérisation (tableau 1). S'assurer qu'elle est équipée des joints d'étanchéité compatibles avec le pesticide utilisé. Consulter la notice du fabricant à cette fin. Il existe plusieurs types de pompes pour les pulvérisateurs : à rouleaux, centrifuges, à turbine, à piston et à diaphragme. Les pompes à engrenages et les pompes à rotor souple ne sont pas répandues en raison de leur usure rapide.

Tableau 1 Capacité de certaines pompes ordinaires de pulvérisateurs

Pompe	Modèle	Type	Entraînement	Débit @ 275 kPa
Ace	FMC-HYD-XXX	centrifuge	hydraulique	190 L/min —
	FMC-200-HYD	centrifuge	hydraulique	304 L/min —
	PTOC	centrifuge	PFT	90 L/min @ 1 000 r/min
	PTOCH	centrifuge	PFT	230 L/min @ 1 000 r/min
Delavan	Turbo-90	centrifuge	PFT	125 L/min @ 1 000 r/min
	34945	centrifuge	hydraulique	140 L/min —
	35566	centrifuge	hydraulique	170 L/min —
	46818-1	centrifuge	hydraulique	200 L/min —
Demco	TCS	centrifuge	PFT ou hydraulique	190 L/min @ 1 000 r/min
Hypro	Série 9006	centrifuge	PFT (engrenage)	375 L/min @ 3 780 r/min
	Série 9008	centrifuge	— (engrenage)	400 L/min @ 4 000 r/min
	Série 9401	centrifuge	— (courroie)	196–300 L/min @ 6 000 r/min
	Série 9300	centrifuge	hydraulique	340 L/min —
Hypro	Série 60	diaphragme	PFT	60 L/min @ 540 r/min
	Série 100	diaphragme	PFT	100 L/min @ 540 r/min
	Série 150	diaphragme	PFT	150 L/min @ 540 r/min
Delavan	55-0000	rouleaux	PFT	80 L/min @ 540 r/min
	66-0000	rouleaux	PFT	33 L/min @ 540 r/min*

(*suite*)

Tableau 1 Capacité de certaines pompes ordinaires de pulvérisateurs (*fin*)

Pompe	Modèle	Type	Entraînement	Débit @ 275 kPa	
	77-0000	rouleaux	PFT	50 L/min @	540 r/min*
	88-0000	rouleaux	PFT	43 L/min @	540 r/min*
Hypro	Série 1200	rouleaux	PFT	189 L/min @	540 r/min
	Série 1500	rouleaux	PFT	110 L/min @	540 r/min
	Série 1700	rouleaux	PFT	85 L/min @	540 r/min
	Série 7560	rouleaux	PFT	42 L/min @	540 r/min
	Série 7560	rouleaux	PFT	80 L/min @	540 r/min
	Série 7700	rouleaux	PFT	50 L/min @	540 r/min
	Série 6500	rouleaux	PFT	30 L/min @	540 r/min
	Série 6500	rouleaux	PFT	65 L/min @	1 000 r/min
Lurmark	RV 10	rouleaux	PFT	40 L/min @	540 r/min
	RV 25	rouleaux	PFT	110 L/min @	540 r/min
	RV 35	rouleaux	PFT	180 L/min @	540 r/min
Hypro	Série 5210	piston	PFT	40 L/min @	540 r/min
	Série 5425	piston	PFT	88 L/min @	540 r/min
LIL	Thumper	piston	prop. à l'avancement	27,8 L/min @	100 r/min
	Thumper	piston	prop. à l'avancement	55,7 L/min @	100 r/min

* À 1 000 r/min, le débit est le double.

Nota : Les pompes centrifuges à entraînement hydraulique doivent être adaptées au circuit hydraulique du tracteur. Consulter le fournisseur pour ce qui est des caractéristiques et des limites à respecter.

Types

Pompes à rouleaux

Elles sont communément utilisées en raison de leur faible coût, de leur faible encombrement et de leur réparation facile (fig. 18). Elles fonctionnent à la vitesse de 540 à 1 000 r/min et existent dans une large gamme de capacité pour des pulvérisateurs de différentes grosseurs. Elles peuvent servir à pomper de l'eau et la plupart des solutions de pesticides, y compris les poudres mouillables, même si ces dernières et d'autres matières abrasives accélèrent l'usure des rouleaux et du stator. S'assurer que la pompe est construite en un matériau compatible avec la solution qu'elle entraîne. Ne jamais assécher une pompe à rouleaux; le liquide transporté constitue son lubrifiant.

Pompes centrifuges

Ces pompes (fig. 19) exigent une vitesse élevée de rotation, laquelle peut être fournie grâce à un multiplicateur du régime de la prise de force du tracteur ou à un moteur hydraulique. Veiller particulièrement au choix du moteur qui convient au système hydraulique du tracteur. La vitesse du rotor est normalement de 3 000 à 4 500 r/min et peut même atteindre 6 000 r/min.

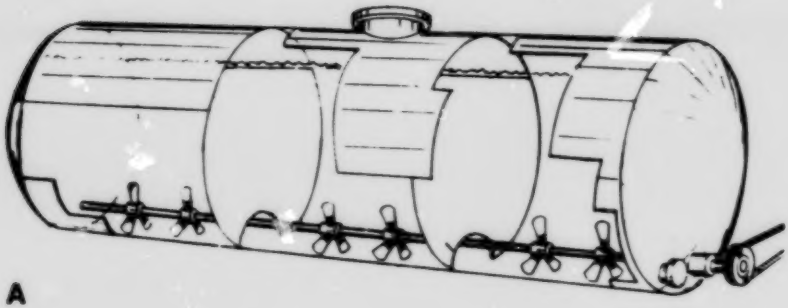
Les pompes centrifuges ont une capacité suffisante pour la plupart des utilisations des pulvérisateurs et acceptent la plupart des types de solutions, d'émulsions et de poudres mouillables pesticides. Leur principal inconvénient est que le débit de sortie et la pression baissent rapidement si le régime de la pompe diminue, même un peu. La pression maximale d'écoulement se situe entre 300 et 400 kPa, ce qui est suffisant pour la plupart des cas d'application en plein champ, mais peut ne pas l'être, pour certaines applications spéciales.

Pompes à turbine

Leurs caractéristiques sont semblables à celles des pompes centrifuges, mais elles tournent à une vitesse inférieure, à environ 1 000 r/min. Non volumétriques, les pompes centrifuges et à turbine portent, pour le réglage de la pression de refoulement, une vanne de commande plutôt qu'un régulateur de pression.

Pompes à piston

Ces pompes (fig. 20) conviennent à la plupart des pesticides et sont conçues surtout pour les pulvérisations à haute pression, jusqu'à 4 200 kPa, ainsi que pour le pompage des poudres mouillables et des liquides abrasifs. Elles peuvent être mues par la prise de force du tracteur ou par un moteur. Choisir le modèle convenant à l'entraînement. Un amortisseur permet d'égaliser la pression entre les coups de piston.



A

B

C

Fig. 17 Agitateurs : *A*) mécanique; *B*) à gicleur; *C*) à tube d'aspersion.

Fig. 18 Pompe à rouleaux.

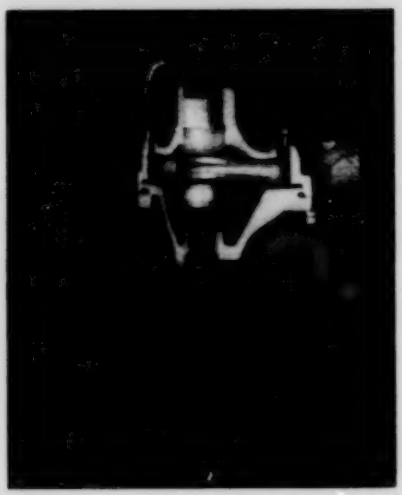


Fig. 19 Pompe centrifuge.

Pompes à piston à débit proportionnel à l'avancement

On les utilise sur certains pulvérisateurs. Lorsque la vitesse d'avancement change, le débit change en proportion avec la pression, augmentant deux fois plus vite que la vitesse d'écoulement, de sorte que la dose d'application reste constante. Ce fonctionnement est satisfaisant pour un chevauchement et une répartition convenables des jets, à la condition que le taux de variation de la vitesse ne dépasse pas 15 %. Pour l'agitation du contenu de la cuve, utiliser une pompe distincte.

Pompes à diaphragme

Ces pompes (fig. 21) possèdent diverses capacités de pression et de débit. Elles résistent à l'usure provoquée par les solutions abrasives. Pour atténuer les fluctuations de la pression, il faut compter sur des amortisseurs de pulsation.

Matériaux

Quel que soit le type de pompe utilisé, s'assurer que les pièces qui entreront en contact avec le pesticide sont d'un matériau qui résiste à l'action des produits chimiques et à la corrosion. Ainsi, les pièces moulées, en *Ni-Resist*, sont plus coûteuses que les pièces de fonte, mais plus résistantes également. Les joints d'étanchéité et les autres pièces doivent aussi résister à l'action du mélange d'eau et de pesticide.

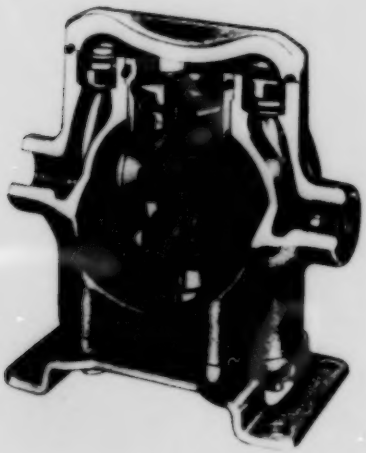


Fig. 20 Pompe à piston.

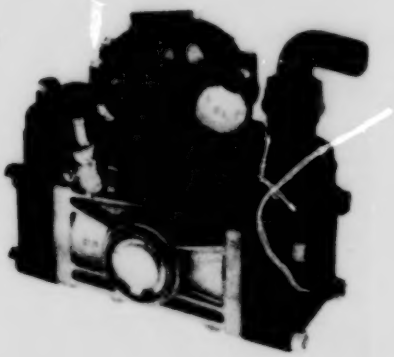


Fig. 21 Pompe à diaphragme.

Capacité

Déterminer la capacité requise de la pompe (tableaux 1 et 2) en utilisant la valeur maximale du volume appliqué, de la largeur du pulvérisateur et de la vitesse d'application, comme suit :

$$\text{capacité de la pompes (L/min)} = 1{,}2\ \left[\frac{\text{vitesse (km/h)} \times \text{largeur (m)} \times \text{volume (L/ha)}}{600} + 1{,}5\ \% \times \text{capacité de la cuve (L)}\right].$$

Le résultat tient compte de l'usure et de l'agitation. Si on utilise des poudres mouillables, augmenter la capacité de la cuve de 1,5 % à 3 %.

Vérification de la capacité de la pompe

On peut procéder comme suit :

1. Utiliser de l'eau (sans ajout de pesticide) pour éviter la manutention inutile de matières dangereuses.
2. Recueillir le débit sortant de la pompe, à la vitesse et à la pression théoriques de la pompe, par la conduite de dérivation dans un récipient de volume connu. Si on utilise une pompe à rouleaux, fermer les conduites de la rampe ainsi que la conduite de l'agitateur; débrancher la conduite de dérivation et diriger le débit dans un récipient. Régler le régulateur de pression à la pression normale de pulvérisation. Si on utilise une pompe centrifuge, fermer les conduites de la rampe et diriger la conduite de l'agitateur dans le récipient. Régler la pression avec la soupape de réglage. Mesurer la capacité de la pompe avec les filtres et les raccords normaux de tuyauterie en place ainsi qu'à la pression de régime de pulvérisation.
3. Prendre note du temps qu'il faut pour remplir le récipient.
4. Faire le calcul suivant :

$$\text{capacité de la pompe (L/min)} = \frac{\text{volume recueilli (L)}}{\text{temps (min)}}$$

RÉGLAGE DE LA PRESSION

Il est essentiel au bon fonctionnement général du pulvérisateur. Le système de commande de la pression agit sur la pression de fonctionnement, laquelle détermine le débit de sortie au niveau de la pastille ainsi que l'angle du jet. Sur les pulvérisateurs à pompe à piston dont le débit est proportionnel à la vitesse d'avancement, la pression varie selon la vitesse.

Régulateurs manuels

Les pulvérisateurs munis de pompes à rouleaux, à piston ou à diaphragme sont souvent munis d'une soupape régulatrice de la pression (fig. 22). Les pulvérisateurs à pompe centrifuge peuvent porter un robinet-vanne ou une soupape à boulet pour régler la pression.

Sur les pulvérisateurs fonctionnant à haute pression (plus de 1 400 kPa) ou dont on interrompt fréquemment l'écoulement du liquide, on utilise une soupape de déchargement (fig. 23). Cette dernière, à commande hydraulique, s'ouvre pour laisser revenir l'écoulement de la pompe vers le réservoir à une pression réglée, ce qui protège contre les variations brusques de la pression causée par la fermeture du pulvérisateur.

Régulateurs électroniques

Des vannes de régulation à commande électronique (fig. 24 *A*), y compris des dispositifs de télécommande (fig. 24 *B*), existent et sont souvent utilisés avec les régulateurs de pression à commande manuelle pour assurer le réglage fin de la pression à distance.

Manomètres

Un manomètre fidèle est nécessaire pour vérifier le bon débit d'application ainsi que la bonne répartition des jets. Garder un manomètre de rechange à sa disposition en cas de bris ou pour vérifier la pression dans la rampe.

L'échelle de lecture devrait être deux fois plus étendue que la pression maximale prévue. Pour la plupart des applications en plein champ, les manomètres à échelle de 0 à 450 kPa ou de 0 à 700 kPa font l'affaire. Vérifier au moins une fois par année la fidélité des manomètres. Si le fonctionnement de ce dernier n'est pas sûr, le remplacer, car c'est une pièce peu coûteuse. Installer un manomètre suffisamment gros pour être facilement visible, doté d'un amortisseur de pression qui réduit les oscillations de l'aiguille. Avec les pompes à piston ou à diaphragme, il faut que les manomètres soient remplis d'un liquide amortisseur de pulsations.

Vérification du manomètre

On peut vérifier comme suit l'exactitude du manomètre :

Méthode I

1. Fixer un flexible, doté d'un mandrin de pneu, au manomètre du pulvérisateur (fig. 25).

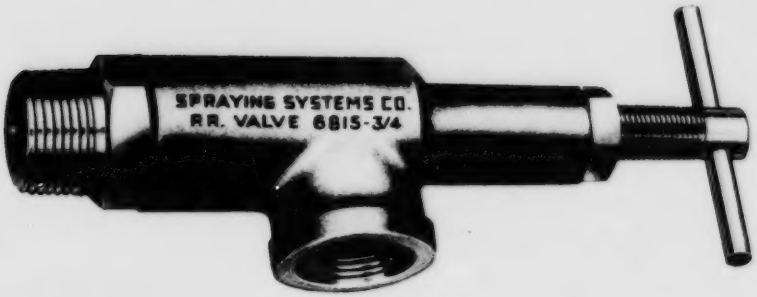


Fig. 22 Soupape régulatrice de la pression.

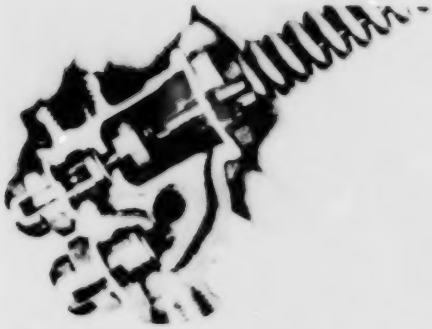


Fig. 23 Soupape de déchargement.

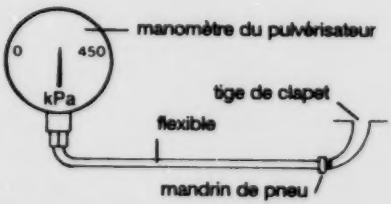


Fig. 25 Vérification de la pression de pulvérisation.

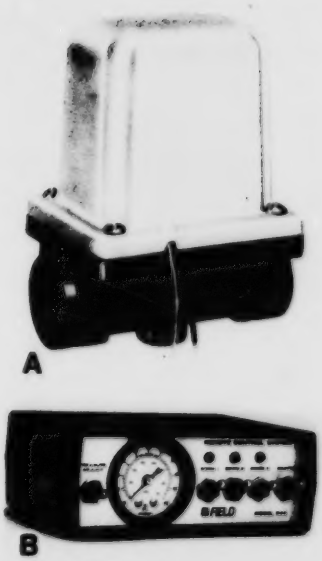


Fig. 24 Soupape régulatrice à commande électronique et télécommande : *A*) la soupape; *B*) sa télécommande.

2. Gonfler un pneu jusqu'à une pression de 250 kPa en vérifiant cette dernière au moyen d'un bon manomètre pour pneu.
3. Comparer la lecture obtenue avec celle du manomètre du pulvérisateur.
4. Gonfler le pneu à plusieurs autres pressions et comparer les diverses lectures.

Méthode II

En cas d'urgence, on peut aussi se servir du débit sortant d'une pastille d'acier inoxydable neuve pour un temps mesuré d'au moins 1 min (voir tableaux 5 et 6 pour le débit de diverses pastilles). Le débit mesuré devrait égaler celui qui, à la pression donnée, correspond à la pastille. Si ce n'est pas le cas, le manomètre donne un résultat erroné, mais on peut s'en servir si la pression qu'il indique est corrigée en fonction du débit de la pastille.

Sur la plupart des pulvérisateurs, le manomètre est situé sur la vanne à plusieurs voies. Pour vérifier la chute de pression dans les conduites d'alimentation, installer temporairement un second manomètre à l'extrémité de la rampe et comparer les pressions indiquées par ce dernier avec celles du premier manomètre. L'écart entre les pressions devrait être étroit (moins de 15 kPa), sans nécessairement être nul, car, effectivement il peut y avoir chute de pression selon le calibre et la longueur des conduites. Faire en sorte que la pression indiquée à la hauteur de la vanne à voies multiples soit augmentée de la différence mesurée pour que la bonne pression existe à la hauteur des buses. Plusieurs fabricants installent le manomètre pour que la pression indiquée soit celle qui existe effectivement à la hauteur des rampes. C'est la situation idéale, à laquelle on peut arriver en installant un flexible de petit diamètre (3 mm) entre la médiane de la rampe et le point de mesure. En outre, s'il est rempli d'air, le tube sert aussi d'amortisseur de pression pour le manomètre.

FILTRES, TAMIS, CRÉPINES

Dans l'orifice de remplissage de la cuve, installer des tamis de 80 ou 100 «mesh» (le nombre de «mesh» est le nombre de fils métalliques sur une longueur de 25 mm) (fig. 26) afin de dégriller l'eau et les pesticides avant leur admission dans la cuve. Les poudres mouillables exigent un tamis de 40 ou de 50 «mesh».

S'il y a lieu de prévenir l'obturation des buses et l'entrée, dans la pompe, de corps étrangers, prévoir des moyens supplémentaires de filtration. Un filtre (fig. 27) est requis entre la cuve et la pompe à rouleaux, à piston, à diaphragme ou à turbine. Comme les pompes centrifuges peuvent s'accommoder de la présence de corps étrangers sans dommage et que leur capacité d'aspiration est faible, installer le filtre du côté du refoulement de la pompe.

Éviter les filtres de feutre. Inefficaces, fragiles à la longue, ils finissent par obturer les buses. Ils se colmatent facilement, surtout si on utilise des poudres mouillables. Comparativement aux filtres métalliques, ils abaissent beaucoup le débit. Les filtres métalliques possèdent une surface filtrante plus grande, sont faciles à nettoyer et peuvent servir avec les poudres mouillables.

RAMPES ET SYSTÈMES DE SUSPENSION

Les conduites constituant la rampe peuvent être d'aluminium, métal léger, mais l'acier galvanisé est fréquemment utilisé en raison de sa résistance supérieure. Le polychlorure de vinyle est également utilisé en raison de sa résistance à la plupart des pesticides, mais le matériau exige un système de suspension.

Ce dernier fournit à la rampe sa stabilité et assure un dégagement (garde au sol) constant. Le système de suspension peut être à un seul élément, ou triangulé afin de donner de la rigidité à la rampe. Il peut également porter des buses réglables, sans lui-même transporter le liquide vers ces dernières. Le mouvement vertical ou horizontal de la rampe (battement) ou les rebonds de cette dernière peuvent provoquer une répartition inégale du produit. Il faut donc bien consolider la rampe. Les ponts montés en tandem procurent un déplacement moins cahoteux que les roues simples et pivotantes. Toutefois, dans les virages brusques, les roues peuvent endommager la culture. Les suspensions à ressort sur roues dotées d'amortisseurs (fig. 28 *A*) permettent une circulation sans à-coups de la rampe de certains pulvérisateurs. Un bon système de suspension (fig. 28 *B*) avec amortissement et mise au niveau automatiques permet également une maîtrise raisonnable de la hauteur de la rampe.

Le système de suspension doit aussi se prêter au réglage rapide et simple de la hauteur et de l'orientation des buses. Un seul réglage parallèle des liaisons, de façon à donner un dégagement de 20 à 75 cm est préférable. L'angle des buses devrait aussi pouvoir passer de l'horizontale vers l'arrière à 45° vers l'avant. Le jet pulvérisé ne devrait se heurter à aucun élément de soutien, quels que soient les réglages qu'on impose. Les pulvérisateurs pour cultures en rangs doivent posséder des dispositifs de fixation des buses ainsi que des tubes de descente adaptables à l'écartement des rangs et à la hauteur des plantes. La figure 29 donne des exemples de certaines configurations.

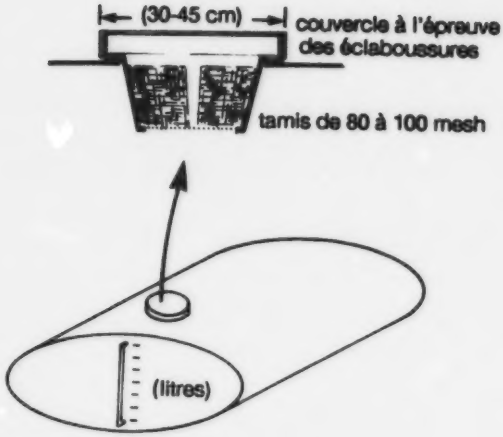


Fig. 26 Cuve du pulvérisateur, un tamis dans son orifice.

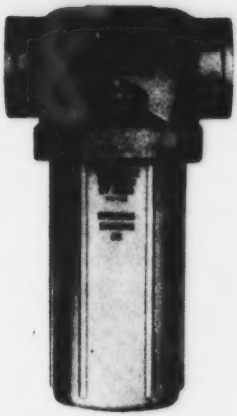


Fig. 27 Filtre en conduite.

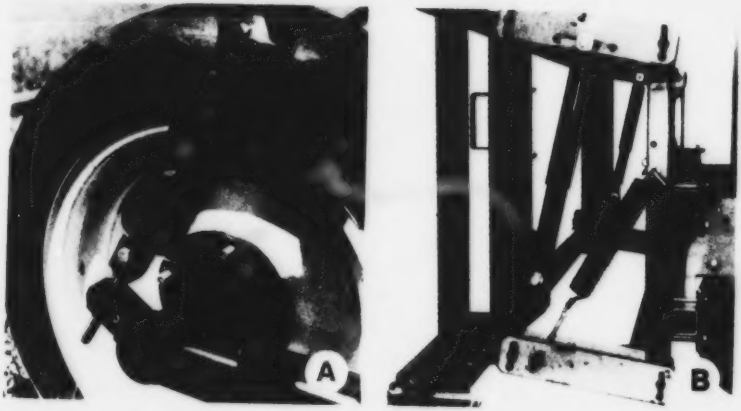


Fig. 28 Systèmes de suspension : *A*) roue d'appui de rampe à amortisseur; *B*) système de suspension de rampe.

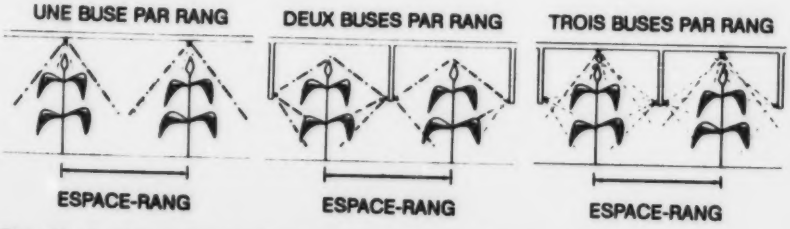


Fig. 29 Configuration des buses pour pulvérisation en rangs.

ROBINETS DE FERMETURE ET DE COMMANDE

Le bon fonctionnement du pulvérisateur exige un robinet de commande distinct pour chaque section de rampe (fig. 30 à 34). Les robinets électroniques à solénoïde (fig. 31) sont utiles pour les pulvérisateurs à cabine ou pour les pulvérisateurs tirés par un tracteur à cabine. Tous les éléments renfermant du pesticide doivent rester à l'extérieur de la cabine pour isoler le conducteur et éviter qu'il soit mouillé par le liquide, dans l'éventualité du bris d'un tuyau.

Pour régler le débit, on peut utiliser des vannes à boulet (fig. 32) comme sur la conduite d'agitation. Pour les autres applications, on préfère des robinets-vannes ou des robinets à boisseau (fig. 33 et 34), en raison de la faible résistance qu'ils opposent au débit lorsqu'ils sont complètement ouverts.

CONDUITES ET RACCORDS

Des tuyaux et des raccords mal calibrés peuvent gravement réduire la capacité ou le débit d'une pompe. Le tableau 2 donne les dimensions minimales des pompes, des conduites, des raccords et des autres pièces selon les dimensions du pulvérisateur, le débit d'application et la vitesse.

Le matériau des tuyaux devrait pouvoir résister à l'action des pesticides et tolérer des pressions pouvant atteindre 1 400 kPa, dans le cas des pulvérisateurs à faible pression; des tuyaux de qualité supérieure (coefficient de sécurité de 2) sont exigés pour les pulvérisateurs à haute pression. Les tuyaux d'aspiration des pompes doivent résister à l'écrasement provoqué par la succion.

AGENCEMENT DES CONDUITES

Les figures 35 à 38 donnent des exemples convenables pour divers types de pompes de pulvérisateur.

DOSAGE DU PESTICIDE

Il se fait de deux façons. Dans les systèmes d'injection, seul le pesticide est dosé, habituellement par commande d'un système de pompage. Dans un pulvérisateur traditionnel, le dosage du mélange pesticide est déterminé par le calibre des pastilles et la pression d'application.

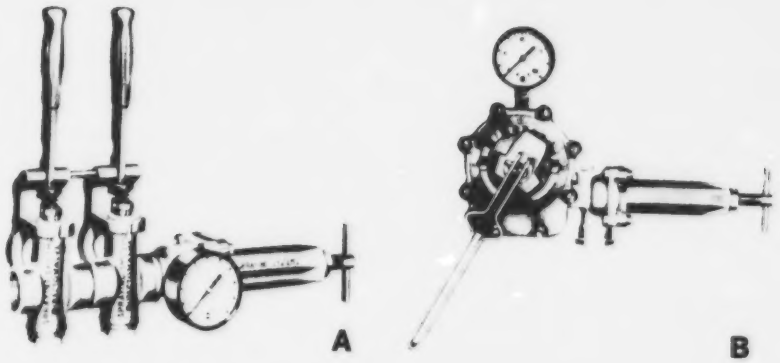


Fig. 30 Robinet d'alimentation de la rampe commandé à la main.

Fig. 31 Soupape à solénoïde.

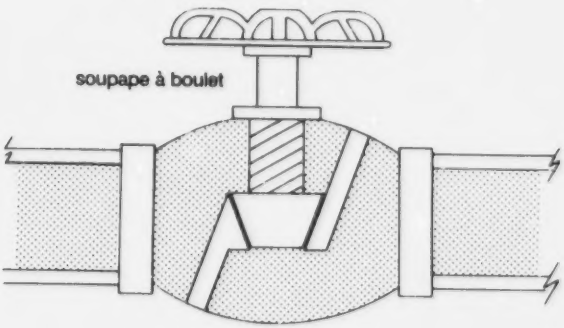


Fig. 32 Soupape à boulet.

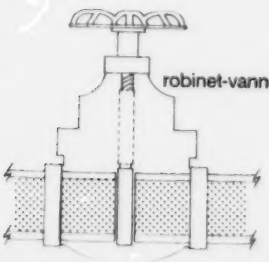


Fig. 33 Robinet-vanne.

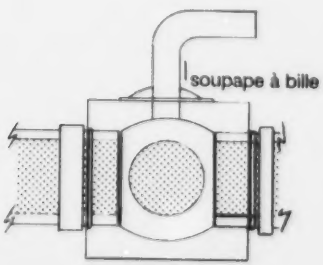


Fig. 34 Soupape à bille.

Tableau 2 Pompe et calibres de la tuyauterie pour un débit d'application de 100 L/ha

Pulvér.		Débit de la pompe selon la vitesse d'avancement (km/h)				Calibres des tuyaux (diam. intérieur en mm)*						
						Conduites de la pompe		Rampe				
Largeur de la rampe (m)	Capacité de la cuve (L)	6	8	10	12	asp.	refoul.	cond. d'alim.	tuyau	Dérivation	Conduite de l'agitateur	Logement de filtres
			(L/min)									
10	680	25	29	34	38	20	20	13	20	13	13	20-25
	900	29	32	38	42	25	20	13	13-20	13	13	20-25
12	900	32	36	42	47	25	20	13–20	20–25	13	13	25
	1130	36	40	46	52	25	20	13–20	20–25	13	13	25
	1350	40	45	50	56	25	20	20	20–25	13	13–20	25
15	1130	40	47	53	59	25	20	13–20	20–25	20–25	13	25
	1350	44	51	57	63	25	20–25	13–20	20–25	13–20	13	25
	1800	52	58	65	72	25–32	20–25	13–20	20–25	13–20	20	25
18	1350	48	56	63	71	25–32	20–25	13–20	25–32	13–20	20	25
	1800	56	64	72	79	25–32	20–25	13–20	25–32	20–25	20	25
	2270	64	72	80	88	25–32	25	20	25–32	20–25	20	25
24	1850	64	74	85	95	25–32	25	20	25–32	20–25	20	25–32
	2270	72	83	93	104	25–32	25	20	25–32	20–25	20	25–32
30	2270	70	94	118	140	32–40	32	25	32–40	20–25	25	32
	3600	86	115	144	173	32–40	32–40	25	32–40	25–32	25	32–40

* Lorsque deux calibres figurent côte à côte, le plus petit renvoie à la vitesse minimale d'avancement; le plus gros, à la vitesse maximale.

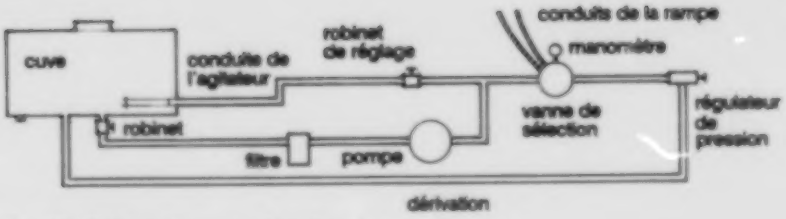


Fig. 35 Schéma de pompe à rouleaux.

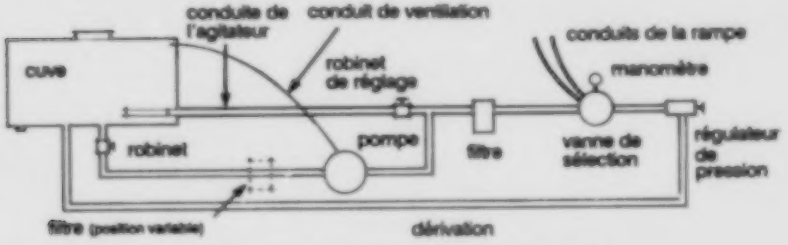


Fig. 36 Schéma de pompe centrifuge à régulateur de pression.

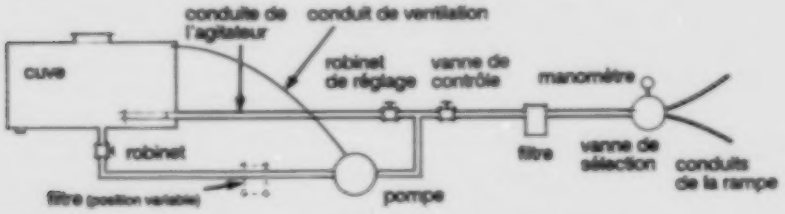


Fig. 37 Schéma de pompe centrifuge sans régulateur de pression.

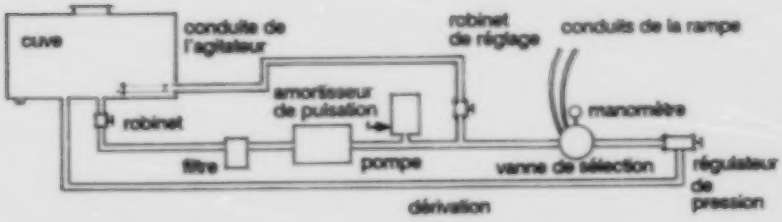


Fig. 38 Schéma de pompe à piston ou à diaphragme.

SYSTÈMES D'INJECTION

Au lieu de mélanger le pesticide et l'eau dans une cuve, on peut se servir d'un dispositif d'injection du pesticide (fig. 39 *A* et *B*). L'injection possède plusieurs avantages si le système est bien conçu et s'il est doté des commandes et des indicateurs convenables. Des cuves séparées, pour un ou plusieurs pesticides et pour l'eau, sont munies de dispositifs qui empêchent l'entrée du pesticide dans la cuve à eau.

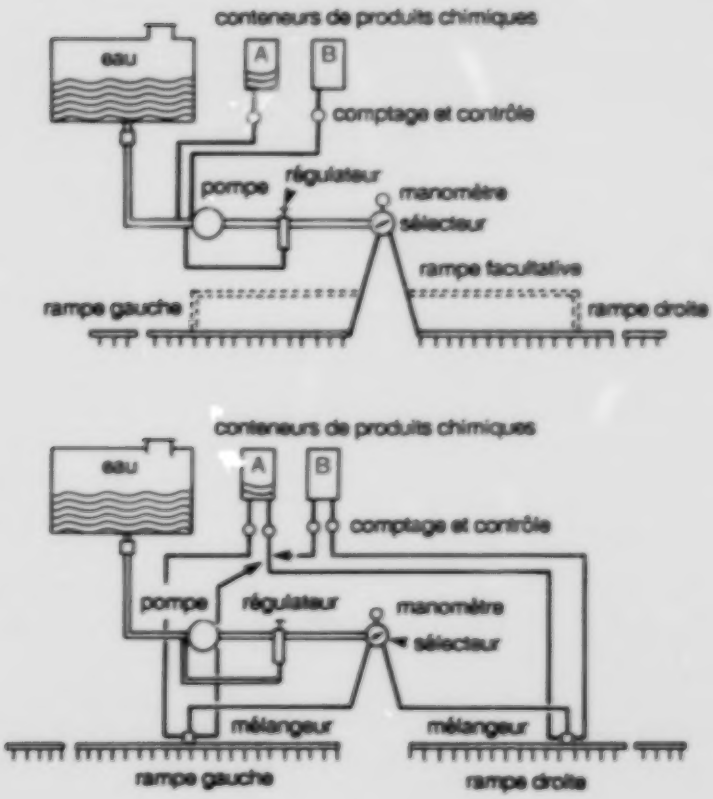


Fig. 39 Schéma de dispositif d'injection du pesticide : (*A*) injection à la pompe; (*B*) injection à la rampe.

Un bon système d'injection devrait effectuer les tâches suivantes :

- doser tous les pesticides à des débits de moins de 0,1 à plus de 3,5 L/min (selon le pesticide, la largeur du pulvérisateur et la vitesse d'avancement)
- doser le pesticide fidèlement, sans égard à sa viscosité ou à sa composition
- maintenir constante la dose d'application, même si la vitesse d'avancement change
- maintenir constante la dose d'application, même si une partie de la rampe est fermée ou ouverte
- faciliter le réglage, l'étalonnage et la surveillance du débit du pesticide
- permettre un délai de réponse rapide pour le traitement ponctuel au moyen d'un deuxième pesticide*
- assurer un mélange uniforme du pesticide dans l'eau
- pouvoir se vidanger et se nettoyer à fond.

Les avantages de l'injection sont les suivants :

- une application sans avoir à mélanger le pesticide et l'eau
- un traitement ponctuel au moyen d'un deuxième pesticide peut être fait*
- le pesticide non utilisé peut être récupéré non dilué
- l'interruption du traitement en raison des conditions météorologiques ne provoque pas le gaspillage du pesticide
- la personne faisant l'application est mieux protégée
- le coût des pesticides peut être réduit.

L'adjonction d'un système d'injection aux pulvérisateurs traditionnels exige habituellement des changements en profondeur aux conduites afin de réduire le délai de réaction nécessaire aux traitements ponctuels. Ce délai est le temps que met la buse distale à émettre le pesticide. Avec les pulvérisateurs actuels, de 24 m de largeur et à injection, le délai de réaction peut totaliser plus de 1,5 min, selon le débit d'application de l'eau. Avec un pulvérisateur dont le délai de réaction est d'une minute et dont la vitesse d'avancement est de 8 km/h, la distance franchie sera de 134 m avant que la buse distale de chaque rampe n'émette le pesticide. Le délai est réduit grâce à l'injection à la hauteur de la rampe (fig. 39 *B*).

PASTILLES

Matériaux

Les pastilles sont fabriquées de divers matériaux. Les plus utilisés sont l'acier inoxydable, le nylon et le laiton. L'acier

---

* *ATTENTION* : N'utiliser ensemble que les pesticides recommandés pour l'application immédiate. Si les recommandations du fabricant ne sont pas suivies, il peut en résulter des conséquences très fâcheuses pour la culture, le matériel et le personnel.

inoxydable trempé et la céramique sont choisis lorsqu'on recherche une durée de service extra-longue ou qu'on se propose d'utiliser des pesticides très abrasifs. Parmi les autres matériaux, citons les copolymères acétaliques (*Kematal*), la céramique composite à base de minéral (*Korundum*). Le *Kematal* et le *Korundum* résistent très bien à l'usure tandis que le laiton s'use rapidement.

Dans un essai accéléré d'usure effectué au moyen de poudre de quartz dans l'eau pour accélérer l'usure, les pastilles Alumex et Kematal étaient à peine entamées après 25 h. L'usure relative des autres matériaux était la suivante :

céramique	1
nylon	2
acier inoxydable	4
laiton	24

Il est facile d'endommager les pastilles en les nettoyant. Même un cure-dent peut entamer les matériaux mous tels que l'aluminium, le laiton, le nylon et le *Kematal*. Dans un essai au cours duquel une masse d'à peine 500 g était appuyée sur un cure-dent inséré dans l'orifice de la pastille, cette dernière, en nylon et en *Kematal* a été gravement endommagée. Le débit d'arrosage n'a pas été modifié, mais la répartition du liquide était concentré en fortes traînées, de sorte que les pastilles n'étaient plus fonctionnelles. Si on utilise des pastilles d'un matériau mou, il est bon d'en apporter quelques-unes de plus dans le champ, de sorte que les pastilles colmatées n'auront pas à être nettoyées sur place. Pour le nettoyage, n'utiliser que de l'air comprimé, jamais un objet pointu.

Types

On compte cinq grands types de pastilles : à jet plat, à jet plat à dispersion uniforme, à grand débit, à jet conique, à jet asymétrique.

Pastilles à jet plat

Ce sont celles qui conviennent le mieux à la pulvérisation éparpillée. On les trouve dans une large gamme de diamètres d'orifices calibrés, de matériaux et d'angles de pulvérisation. La forme effilée de la répartition du jet fait que, grâce au chevauchement des jets, la répartition globale est uniforme. Cette répartition varie selon la hauteur de la buse, la pression et la marque de la pastille, de sorte qu'il faut trouver la combinaison correcte de la hauteur, de la pression et de l'espacement entre les buses pour obtenir une répartition uniforme du pesticide d'un bout à l'autre de la rampe (fig. 40 et tableau 3).

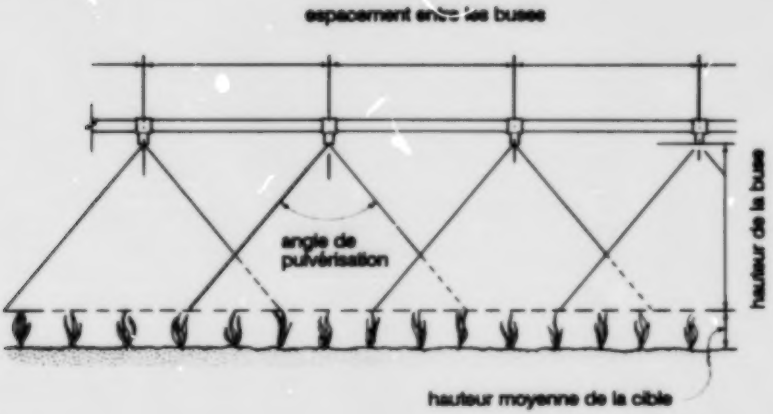


Fig. 40 Mesure du dégagement d'une buse.

Tableau 3 Pressions et hauteurs recommandées pour les pastilles standards et les pastilles à gamme de pression étendue

Taille de pastille	Gammes de pressions (kPa)	Hauteur recommandée au-dessus de la cible	
		Espacement de 50 cm	Espacement de 75 cm
Standard, 80°	200 à 300	45 à 50	non recommandé**
Standard, 110°	200 à 300	35 à 45	35 à 40 ou 60
Press. étendue, 80°	100 à 300	40 à 45	non recommandé**
Press. étendue, 110°	100 à 300	25 ou 45	40 ou 60

* Il s'agit normalement de la meilleure hauteur pour cette catégorie de pastilles, mais il y a des écarts notables avec certaines marques importées. Consulter le spécialiste du génie rural de la province pour obtenir dans chaque cas ses recommandations.

** Peut être satisfaisant pour les pastilles à fort débit.

Habituellement, le jet est émis verticalement. Dans certains cas, toutefois, le fabricant d'un pesticide peut recommander une orientation de 45° vers l'avant. La hauteur de la rampe devrait alors être à 75 % des hauteurs montrées au tableau 3. Lire les instructions sur l'emballage ou consulter un représentant du fabricant pour s'informer de l'orientation idéale des buses pour un pesticide donné.

On peut se procurer les pastilles à jet plat dans plusieurs angles de pulvérisation, mais les angles les plus usités pour la pulvérisation éparpillée sont 80 et 110°. Les pastilles à 65° ont servi par le passé, mais ne sont pas recommandées en raison de la hauteur supplémentaire qu'elles exigent, laquelle accroît le risque de dérive du nuage pulvérisé.

Les pastilles à petit orifice peuvent donner une répartition inacceptable et être entachées d'un risque de dérive à toutes les hauteurs et pressions d'utilisation (débit inférieur à 0,3 L/min, à 300 kPa). Consulter un spécialiste en génie rural de la province pour obtenir des conseils sur l'achat de ces pastilles. Il existe aussi des modèles spéciaux, comme la pastille jumelée, pour des applications spécifiques comme celles des fongicides.

Déterminer le débit requis pour une pastille destinée à la pulvérisation éparpillée au moyen de la formule suivante :

$$\text{Débit (L/min)} = \frac{\text{débit en surface (L/ha)} \times \text{vitesse (km/h)} \times \text{espacement entre les buses (cm)}}{60\,000}$$

Exemple : soit le débit en surface, 100 L/ha
la vitesse d'avancement prévue, 8 km/h
l'espacement entre les buses, 50 cm

$$\text{débit} = \frac{100 \times 8 \times 50}{60\,000} = 0{,}667 \text{ L/mn}$$

Consulter le catalogue du fabricant de buses pour choisir le calibre convenable de la pastille. Le débit recherché doit être obtenu à la pression recommandée de fonctionnement de la pastille.

Il existe des pastilles capables de fonctionner à pression variable, appelées aussi pastilles basse pression (code LP) ou pastilles gamme étendue, (codes XR ou LFR) qui procurent une répartition acceptable à une pression d'à peine 100 kPa. Les pastilles LP peuvent débiter davantage que les pastilles XR à des pressions équivalentes. On peut aussi les utiliser à des pressions qui peuvent atteindre 300 kPa, si on le souhaite, et elles se présentent avec des orientations de 80 et de 110°. Pour obtenir des résultats supérieurs, décaler l'axe des jets plats de quelques degrés par rapport au parallèle à la rampe. Les nouvelles buses à fixation rapide permettent un décalage automatique de quelques degrés de l'orientation des pastilles. Les débits qui figurent aux tableaux 4 et 5 sont tous obtenus avec de l'eau.

Tableau 4 Débit d'application—pastilles à jet plat*

Frabricant			Pression (kPa)**	Débit de la pastille (L/min)	Débit d'application à espacement de 50 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)				
Delavan	Lurmark	Spraying Systems			6	8	10 (L/ha)	12	18
LF1-80°	01-F80	8001	100	0,22	47	35	27	23	16
		XR8001†	150	0,28	56	42	33	28	19
			200	0,32	64	48	39	32	21
			250	0,36	72	54	43	36	24
			275	0,38	76	57	45	38	25
			300	0,39	79	59	47	39	26
LF1.5-80°	015-F80	80015	100	0,34	70	53	42	35	23
		XR80015†	150	0,42	84	63	50	42	28
			200	0,48	97	73	58	48	32
			250	0,54	108	81	65	54	36
			275	0,57	113	85	68	57	38
			300	0,59	118	89	71	59	39
LF2-80°	02-F80	8002	100	0,45	93	70	56	47	31
LFR2-80° †		XR8002†	150	0,56	112	84	67	56	37
			200	0,65	129	97	77	64	43
			250	0,72	144	108	86	72	48
			275	0,76	151	113	90	76	51
			300	0,79	158	118	95	79	53

(suite)

Tableau 4 Débit d'application—pastilles à jet plat* (*suite*)

Frabricant					Débit d'application à espacement de 50 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)				
Delavan	Lurmark	Spraying Systems	Pression (kPa)**	Débit de la pastille (L/min)	6	8	10 (L/ha)	12	18
LF3-80°	03-F80	8003	100	0,68	139	105	83	70	47
LFR3-80° †		XR8003†	150	0,84	167	126	100	84	56
			200	0,97	193	145	116	97	64
			250	1,08	220	162	130	108	72
			275	1,13	230	170	136	113	75
			300	1,18	237	178	142	118	79
LF4-80°	04-F80	8004	100	0,91	183	139	112	93	62
LFR4-80° †		XR8004†	150	1,12	220	167	134	112	74
			200	1,29	260	193	155	129	86
			250	1,44	290	220	173	144	96
			275	1,51	305	230	181	151	101
			300	1,58	316	237	189	158	105
LF5-80°	05-F80	8005	100	1,17	233	175	139	117	78
LFR5-80° †		XR8005†	150	1,40	280	210	167	140	93
			200	1,61	320	240	193	161	107
			250	1,80	360	270	216	180	120
			275	1,88	378	283	227	189	126
			300	1,97	395	296	237	197	132

(*suite*)

Tableau 4 Débit d'application—pastilles à jet plat* (*fin*)

Frabricant			Pression (kPa)**	Débit de la pastille (L/min)	Débit d'application à espacement de 50 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)				
Delavan	Lurmark	Spraying Systems			6	8	10 (L/ha)	12	18
LF6-80°	06-F80	8006	100	1,40	275	208	139	120	93
LFR6-80° †		XR8006†	150	1,68	330	250	167	144	112
			200	1,93	390	290	230	166	129
			250	2,16	432	324	259	216	144
			275	2,27	453	340	272	227	151
			300	2,37	474	355	284	237	158

Nota : Les débits d'application sont les mêmes pour les pastilles à 110°, lorsque celles-ci existent.

* Il existe aussi des tables des débits d'application pour d'autres modèles, pastilles, espacements des buses et vitesses d'avancement. De légères variations existent entre les pastilles de différents fabricants et même entre les pastilles du même fabricant. C'est pourquoi il importe d'étalonner les pulvérisateurs.

** Les pastilles à gamme de pression étendue peuvent fonctionner à faible pression jusqu'à concurrence de 100 kPa, tandis que les pastilles ordinaires ou standard ne donnent pas une répartition satisfaisante aux pressions inférieures à 200 kPa.

† Pastilles à gamme de pression étendue.

Tableau 5 Débits d'application—pastilles à jet plat à basse pression*

Frabricant				Débit d'application à espacement de 50 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)				
Lurmark	Spraying Systems	Pression (kPa)**	Débit de la pastille (L/min)	6	8	10 (L/ha)	12	18
LP01-80	8001LP	100	0,37	74	56	45	37	25
LP01-110	11001LP	150	0,46	91	68	55	46	30
		200	0,53	105	79	63	53	35
		250	0,59	118	88	71	59	39
		275	0,61	123	93	75	61	47
LP015-80	80015LP	100	0,56	112	84	67	56	37
LP015-110	110015LP	150	0,68	137	102	82	68	46
		200	0,79	158	118	95	79	53
		250	0,88	176	132	106	88	59
		275	0,93	186	139	111	93	61
LP02-80	8002LP	100	0,74	149	112	89	74	50
LP02-110	11002LP	150	0,91	182	137	109	91	61
		200	1,05	210	158	126	105	70
		250	1,18	240	177	141	118	78
		275	1,23	247	186	148	123	83
LP03-80	8003LP	100	1,12	220	167	134	112	74
LP03-110	11003LP	150	1,37	270	210	164	137	91
		200	1,58	320	240	189	158	105

(*suite*)

Tableau 5 Débits d'application—pastilles à jet plat à basse pression* (*fin*)

Frabricant				Débit d'application à espacement de 50 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)				
Lurmark	Spraying Systems	Pression (kPa)**	Débit de la pastille (L/min)	6	8	10 (L/ha)	12	18
		250	1,77	350	260	210	176	118
		275	1,86	365	277	222	186	123
LP04-80	8004LP	100	1,49	300	220	179	149	99
LP04-110	11004LP	150	1,82	360	270	220	182	122
		200	2,11	420	320	250	210	140
		250	2,35	470	350	280	240	157
		275	2,47	498	365	297	247	164
LP05-80	8005LP	100	1,86	370	280	220	186	124
LP05-110	11005LP	150	2,28	460	340	270	230	152
		200	2,63	530	390	320	260	175
		250	2,94	590	440	350	290	196
		275	3,08	614	465	365	309	206
LP06-80	8006LP	100	2,23	450	330	270	220	149
LPO6-110	11006LP	150	2,74	550	410	330	270	182
		200	3,16	630	470	380	320	210
		250	3,53	710	530	420	350	240
		275	3,70	747	548	448	365	247

* Il existe aussi des tables des débits d'application pour d'autres calibres de pastilles, espacements des buses et vitesses d'avancement.

Pastilles à jet plat à dispersion uniforme

Ces pastilles servent à la pulvérisation en bandes (fig. 41). Normalement, leur code d'identification comporte un E (p. ex. 4002E, LE2-80 ou E02-F110). L'angle de pulvérisation peut être de 40, de 80, de 95 et de 110°. Le dessin de la répartition n'est pas effilé, contrairement à celui que donne les pastilles à jet plat, et les zones arrosées par les buses contiguës ne se chevauchent pas (tableaux 6 et 7).

Tableau 6 Hauteur des buses pour différentes largeurs de bandes*

Largeur de bande (cm)	Hauteur des buses à différents angles de pulvérisation (cm)			
	40°	80°	95°	110°
20	27	12	9	7
25	34	15	12	9
30	41	18	14	11
35	48	21	16	13

* Pour déterminer le bon calibre d'une pastille à jet plat uniforme, utiliser la formule donnée pour ce type de pastille sous le paragraphe «Pastilles à jet plat». Remplacer l'espacement entre les buses par la largeur de la bande.

Pastilles à grand débit

Elles sont conçues pour l'application d'engrais liquides et d'autres matières chimiques sans grande précision (tableau 8). S'il y a chevauchement de la répartition sur les bordures, on observe des traînées, où la dose appliquée est plus forte. Il est donc conseillé d'éviter le chevauchement ou de faire en sorte que ce dernier soit de 100 %. Les orifices circulaires des pastilles sont moins exposés à se colmater que les orifices elliptiques des autres pastilles à jet plat, mais le dessin de la répartition du liquide varie énormément selon la pression, le produit pulvérisé, la dimension de la pastille. Il est par conséquent impossible de faire des recommandations générales en ce qui a trait à la hauteur, la pression ou l'espacement optimaux, sauf que, dans ce dernier cas, l'espacement ne devrait pas dépasser 1,5 m, tandis que la pression devrait normalement se situer entre 150 et 300 kPa. L'angle d'attache des pastilles peut être modifié pour que

Tableau 7 Débits des pastilles à jet plat à répartition uniforme

No de la pastille*	Pression (kPa)	Débit de la pastille (L/min)
1	150	0,28
	200	0,32
	250	0,36
	275	0,38
1,5	150	0,42
	200	0,48
	250	0,54
	275	0,57
2	150	0,56
	200	0,65
	250	0,72
	275	0,76
3	150	0,84
	200	0,97
	250	1,08
	275	1,13
4	150	1,12
	200	1,29
	250	1,44
	275	1,51
5	150	1,40
	200	1,61
	250	1,80
	275	1,89
6	150	1,68
	200	1,93
	250	2,16
	275	2,27

* Le numéro de la pastille renvoie à la désignation du calibre. Par exemple, le nº 1 désigne la pastille LE1 de Delavan; les 4001E, 8001E ou 9501E de Teejet; les E01-F80 ou E01-F110 de Lurmark.

l'angle des jets diffère (fig. 42). Le jet vertical se prête moins à la dérive, mais donne la pire répartition, tandis qu'un jet horizontal assure une meilleure répartition, mais se prête davantage à la dérive du nuage pulvérisé. En raison de la répartition généralement inégale du produit qu'elles donnent, les pastilles à grand débit ne devraient servir à l'application de pesticides que lorsque les fabricants de ces derniers les recommandent spécifiquement.

Tableau 8 Débits d'application—pastilles à gros débit

Frabricant			Débit de la pastille (L/min)	Débit d'application, à espacement de 100 cm, sous pression de 250 kPa et à diverses vitesses d'avancement (km/h)			
Delavan	Lurmark	Spraying Systems		6	8	10	18
				(L/ha)			
D 1	AN 1	TK 1	0,72	72	54	43	24
D 1,5	AN 1,5	TK 1,5	1,08	108	81	65	36
D 2	AN 2	TK 2	1,44	144	108	86	48
D 2,5	AN 2,5	TK 2,5	1,80	180	135	108	60
D 3	AN 3	TK 3	2,16	216	162	130	72
D 4	AN 4	TK 4	2,88	288	220	173	96
D 5	AN 5	TK 5	3,60	360	270	220	120
D 7,5	AN 7,5	TK 7,5	5,40	540	410	320	180

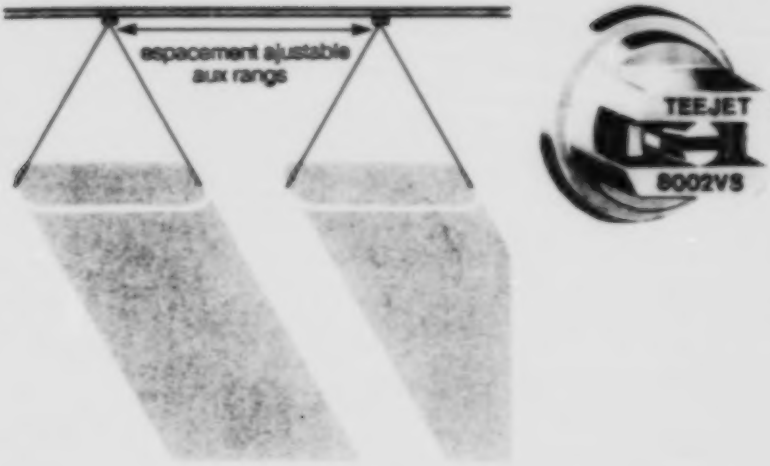


Fig. 41 Pastille à jet plat à dispersion uniforme et écartement entre les buses.

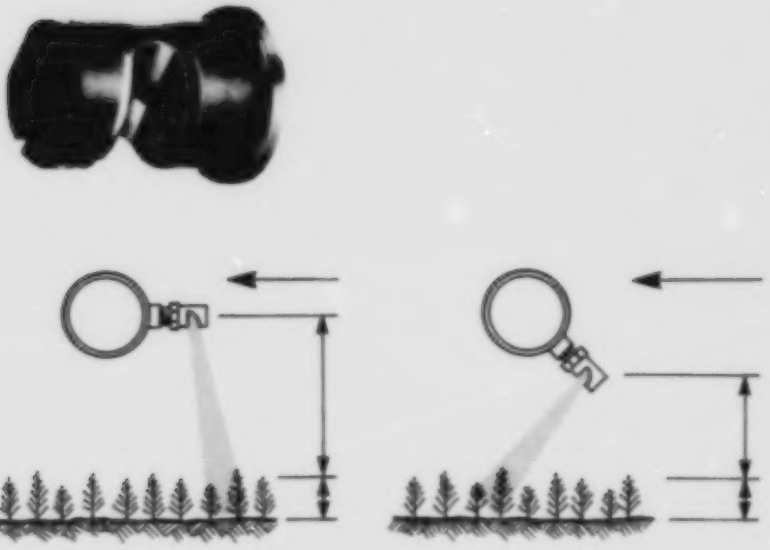


Fig. 42 Pastille à grand débit et orientations de son jet.

Pastilles à jet conique

Les jets coniques (pleins ou creux) servent surtout au traitement insecticide et fongicide des cultures en rangs : creux pour une application à faible débit de petites gouttelettes couvrant complètement la cible; pleins pour les applications à grand débit sur un feuillage dense qui exige d'être pénétré. Les meilleurs résultats sont obtenus à pression élevée (au moins 550 kPa), les buses étant fixées à l'extrémité de conduites de descente (fig. 29). Les poudres mouillables et les autres pesticides abrasifs provoquent une bonne usure. Comme les buses ne permettent pas la répartition uniforme du liquide (fig. 43), on ne les utilisent pas pour les applications d'herbicides à la volée. Certains types comme le *Raindrop* (Delavan) (tableau 9) et le *Whirl Jet* (Spraying Systems) produisent de grosses gouttelettes qui résistent davantage à la dérive.

Pastilles à jet asymétrique

Elles servent surtout au traitement des superficies inaccessibles aux rampes de pulvérisation : abords des clôtures et fossés de voirie. Comme leur nom l'indique, le jet est projeté latéralement plutôt que symétriquement des deux côtés. Selon la grosseur de l'orifice et la hauteur d'aspersion, on peut arroser une bande de 2 à 5 m de largeur latéralement à la buse. En raison de l'orientation horizontale du jet, le risque de dérive est supérieur à celui auquel donnent lieu les buses à jet vertical. Ces buses peuvent être fixées à l'extrémité distale de la rampe, mais uniquement pour le traitement des fossés et des abords des clôtures. Comme la répartition est généralement inégale (fig. 44), on devrait les fermer pour le traitement ordinaire en plein champ. Les buses à jet asymétrique sont également utilisées sur les pulvérisateurs sans rampe, pour le débroussaillage et le désherbage du bord des routes et pour traiter d'autres superficies également inaccessibles. On peut les installer par couple ou en grappe, avec d'autres types de buses, pour élargir la bande traitée à partir d'un point central. Ces buses existent en de nombreuses dimensions, le débit variant de moins de 1 à plus de 100 L/min. On les reconnaît par le code OC, p. ex. OC02 ou OC10 (Teejet et Lurmark) ou par le code LX (Delavan) (tableau 10), qui accompagnent leurs numéros.

La largeur de la bande traitée varie de 2 m (pastille nº 2), à la hauteur de 60 cm, à environ 7 m (pastille nº 20), à la hauteur de 90 cm. On peut aussi se procurer des pastilles à jet asymétrique de plus forte capacité.

Tableau 9 Débits d'application—buses Raindrop®

Buses			Débit d'application à espacement de 50 et de 100 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)					
			Espacement de 50 cm			Espacement de 100 cm		
N°	Pression (kPa)	Débit de la pastille (L/min)	6	8	10	6	8	10
			(L/ha)					
RA 2	200	0,64	128	96	77	64	48	38
	275	0,76	151	114	91	75	57	46
RA 4	200	1,29	257	193	156	128	96	78
	275	1,51	301	227	180	151	114	90
RA 5	200	1,61	321	242	193	161	121	96
	275	1,89	378	284	227	189	142	114
RA 6	200	1,93	388	289	232	194	144	116
	275	2,27	452	341	272	226	170	136
RA 8	200	2,58	516	388	309	258	194	154
	275	3,02	605	452	363	303	226	182

(suite)

Tableau 9 Débits d'application—buses Raindrop* (*fin*)

Buses			Débit d'application à espacement de 50 et de 100 cm et à diverses vitesses d'avancement (km/h)					
			Espacement de 50 cm			Espacement de 100 cm		
N°	Pression (kPa)	Débit de la pastille (L/min)	6	8	10	(L/ha)	6	8	10
RA 10	200	3,22	645	482	388		322	241	194
	275	3,78	756	566	452		378	283	226
RA 15	200	4,84	981	734	588		490	367	294
	275	5,67	1139	855	684		569	427	342
RA 20	200	6,45	–	–	–		642	482	385
	275	7,56	–	–	–		753	566	452
RA 25	200	8,06	–	–	–		803	603	482
	275	9,45	–	–	–		946	709	568

* Fabriquées par Delavan.

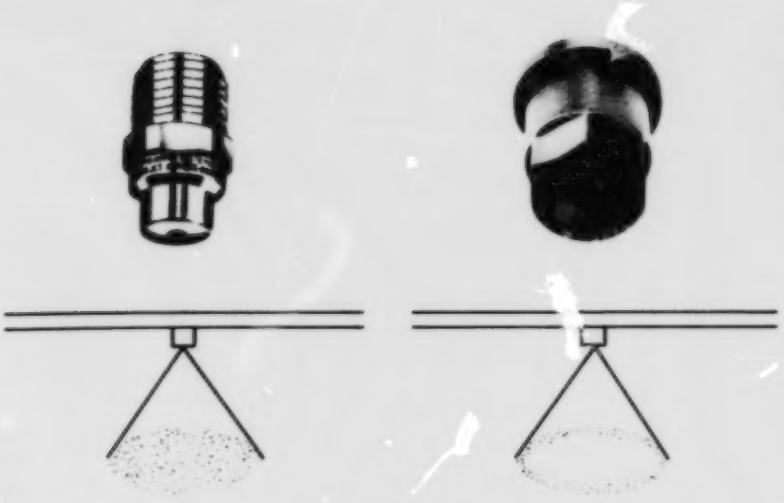


Fig. 43 Pastilles à jet conique et forme du dépôt.

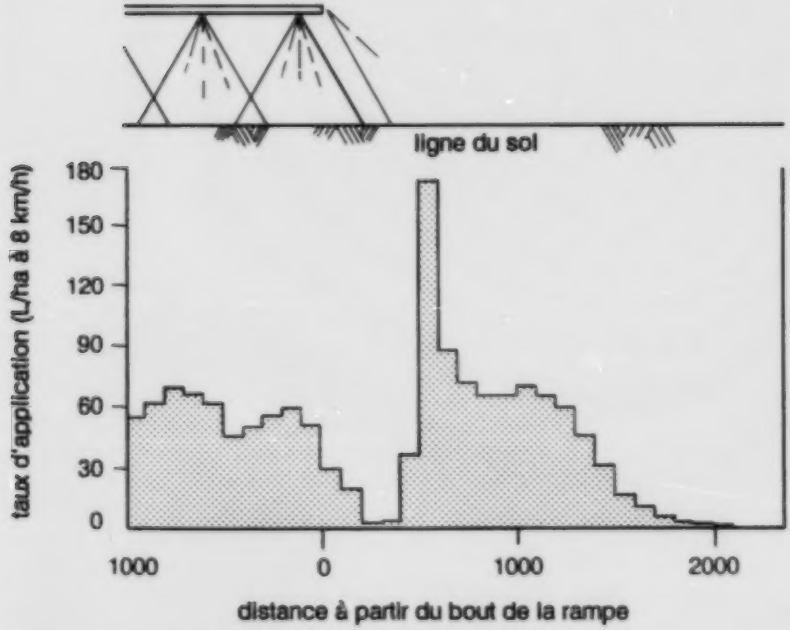


Fig. 44 Répartition donnée par la pastille à jet plat et la pastille à jet asymétrique.

Tableau 10 Débits des pastilles à jet asymétrique

No de la pastille	Pression (kPa)	Débit de la pastille (L/min)
OC02, LX2	200	0,65
	300	0,79
OC03, LX3	200	0,97
	300	1,18
OC04, LX4	200	1,29
	300	1,58
OC06, LX6	200	1,93
	300	2,37
OC08, LX8	200	2,58
	300	3,16
OC10	200	3,22
	300	3,95
OC12, LX12	200	3,87
	300	4,74
OC16, LX16	200	5,16
	300	6,32
OC20	200	6,45
	300	7,90

Buses à raccord rapide

La plupart des fabricants offrent désormais des buses dont le corps et l'écrou permettent un changement rapide et facile des pastilles, sans clé ni autre outil, ce qui réduit le risque de perdre la pastille ou sa crépine. Les écrous et les pastilles se présentent en diverses couleurs, ce qui facilite le repérage des pièces de mêmes dimensions (tableau 11) et prête moins à confusion, même si, d'un fabricant à l'autre, le codage couleur peut varier. Autre caractéristique du raccord rapide, c'est qu'il permet l'alignement automatique des pastilles.

Les buses à raccord rapide peuvent être munies ou non d'une soupape de retenue à membrane. Dans un jeu, on peut trouver de nombreuses têtes, ce qui rend plus pratique la modification du débit d'application.

Tableau 11 Guide de couleurs des buses

Fabricant	Diamètre nominal de la pastille			
	01	015	02	03
Spraying Systems	orange	vert	jaune	bleu
Delavan	–	brun	gris	orange
Lurmark	rose	brun pâle	orange	rouge
Albuz	–	jaune	–	–

Tamis et crépines des buses

Ces dispositifs (fig. 45 *A*) servent à empêcher l'obturation des pastilles par des corps étrangers. Les crépines à fente sont normalement utilisées pour la pulvérisation de liquides renfermant des matières en suspension et avec les pastilles discales à jet conique. Leur fente peut varier en dimensions à l'équivalent de 16 à 50 «mesh». Les crépines sont fabriquées en laiton, en nylon ou en aluminium.

Les tamis sont utilisés avec les pastilles à jet plat de petites dimensions ainsi qu'avec les diverses pastilles à jet conique, plein ou creux. Ils sont normalement de 24, de 50, de 80, de 100 ou de 200 «mesh». Ils sont faits d'acier inoxydable, tandis que leur armature est fabriquée de laiton, de polypropylène, de nylon, d'aluminium ou d'acier inoxydable. Les pastilles débitant de 0,2 à 0,6 L/min sont ordinairement dotées de tamis à 100 «mesh», tandis que celles qui débitent de 0,6 à 3,0 L/min sont dotées de tamis de 50 «mesh». Au-dessus de 3,0 L/min, on n'a pas besoin de tamis. Les tamis et les crépines de buses de pulvérisation existent sous deux formes fondamentales : cylindriques et hémisphériques. La préférence va aux cylindriques parce qu'elles sont plus grosses et qu'elles ne se colmatent pas aussi facilement que les hémisphériques.

Soupapes de retenue

Leur rôle est d'empêcher les fuites de pesticide au niveau des rampes, quand la circulation du liquide est coupée, ce qui empêche la perte de pesticide. Ces soupapes permettent aussi l'augmentation rapide de la pression dans les rampes lorsqu'on fait circuler le liquide, ce qui empêche le non-traitement de certaines plages dans la culture.

Soupapes de retenue à bille

Faisant d'habitude partie des crépines de buses, elles se vendent aussi séparément (fig. 45 *A*). Par la sélection des ressorts, on peut jouer sur la pression d'ouverture des soupapes. La pression la plus commune est de 35 kPa, mais il existe des soupapes à 70, à 140 et à 280 kPa.

Quand on utilise ces soupapes, il faut augmenter d'autant la pression de fonctionnement de la rampe afin d'assurer la pression voulue à l'extrémité de la buse. Par exemple, si la pression à la buse doit être de 250 kPa et que la soupape est à ressorts de 35 kPa, régler la pression de la rampe à 285 kPa.

Il importe de choisir une soupape qui convienne au débit recherché. Les débits élevés provoquent une chute de pression supérieure. Si le débit se situe près du maximum de la plage recommandée, la chute de pression peut être quelque peu supérieure aux valeurs théoriques.

Il importe aussi de prendre soin des soupapes à bille. Le rinçage des rampes au moyen d'une solution détersive prévient le collage des billes et réduit aussi les fuites provoquées par la présence de corps étrangers coincés entre le siège de la soupape et la bille.

Soupapes de retenue à membrane

Ces soupapes (fig. 45 *B*) possèdent plusieurs avantages sur les soupapes à bille. Moins portées à coller et moins irrégulières que ces dernières, elles ne subissent pas une chute mesurable de pression lorsqu'on les fait fonctionner dans la gamme recommandée des débits. Toutefois, elles sont plus coûteuses.

Les modèles répandus subissent une faible chute de pression aux débits inférieurs à 3 L/min. Les grosses soupapes subissent une pression inférieure aux débits qui peuvent atteindre 7 L/min. La pression habituelle d'ouverture se situe entre 50 et 60 kPa, mais dès que la soupape s'ouvre, il n'y aucune perte mesurable de pression. Toutefois, il ne faut pas accroître la pression à l'intérieur de la rampe comme on le fait avec des soupapes à bille.

Autres soupapes de retenue

Il en existe un modèle qui coupe le liquide sous une pression donnée au moyen d'une bande plate de caoutchouc. Son fonctionnement ressemble à celui de la soupape à bille, c'est-à-dire que, après son ouverture, il y a chute continue de la pression, ce qui fait qu'il faut augmenter la pression à l'intérieur de la rampe pour maintenir la pression recherchée à la hauteur des buses.

Remplacement

Remplacer la pastille si on y décèle des rayures ou une distorsion de la répartition du liquide, si le débit s'écarte de plus de 5 % de la moyenne ou s'il est de plus de 15 % de ce qu'il était à l'origine. Pour vérifier un jeu de pastilles, s'y prendre comme suit :

1. Observer la présence de rayures ou une distorsion de la répartition du liquide pulvérisé. Si, après nettoyage, le problème n'est pas résolu, remplacer la pastille.
2. Recueillir le liquide expulsé de chaque pastille pendant un laps de temps donné (1 min), à une pression fixe. Comparer avec le débit théorique d'origine et remplacer toute pastille qui donne lieu à un écart de plus de 15 % par rapport au débit d'origine.
3. Calculer le débit moyen des pastilles et remplacer toutes celles dont le débit s'écarte de plus de 5 % de la moyenne.

Débitmètres

Une méthode rapide et facile de vérification du débit qui traverse les pastilles est souhaitable pour aider à déterminer le moment où il est utile de remplacer ces dernières. Un tube gradué et un chronomètre donnent les résultats les plus fiables lorsqu'ils sont bien utilisés (fig. 46 *A*). Plusieurs fabricants proposent des débitmètres à main qui mesurent instantanément le débit de chaque pastille (fig. 46 *B*). Il faut également vérifier périodiquement la fidélité de ces instruments.

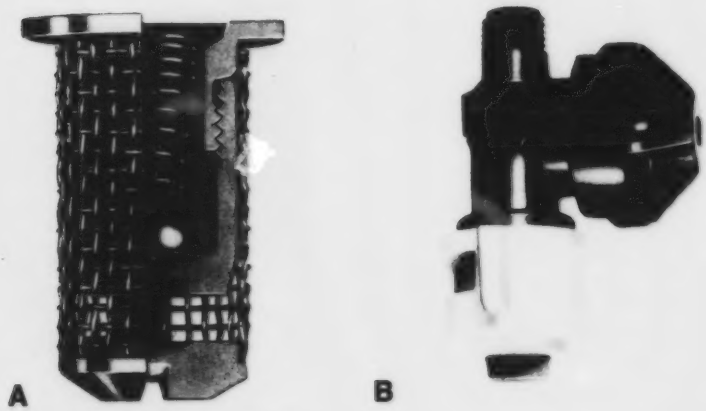


Fig. 45 Soupapes de retenue et crépine : (A) soupape à bille et crépine; (B) soupape à diaphragme.

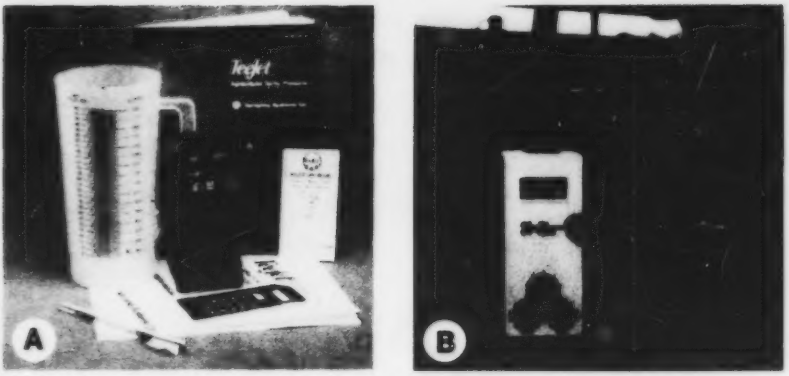


Fig. 46 Dispositifs de mesure du débit: (*A*) équipement complet; (*B*) débitmètre.

LANCES

Les lances de type pistolet (fig. 47) servent au traitement ponctuel de plaques de mauvaises herbes dans les champs, sur le bord des clôtures ou des routes, près des arbres et des arbustes. Elles servent également au traitement du bétail et au nettoyage des construction et du matériel. Elles se présentent avec ou sans commande à détente. Les modèles ordinaires et à haute pression peuvent fonctionner jusqu'à 7 000 kPa. Les pastilles sont normalement fabriquées d'acier inoxydable trempé. Le jet peut être réglé dans la gamme qui va du bâton au cône fortement évasé, selon la superficie qu'on se propose d'arroser et la portée qu'on veut lui donner. La portée maximale du jet bâton est ordinairement de 10 à 15 m, selon la grosseur de la pastille et la pression du liquide. Le débit peut varier de 1 à plus de 100 L/min, selon la pastille et la pression. On peut aussi utiliser diverses pastilles à jet plat au lieu des pastilles discales.

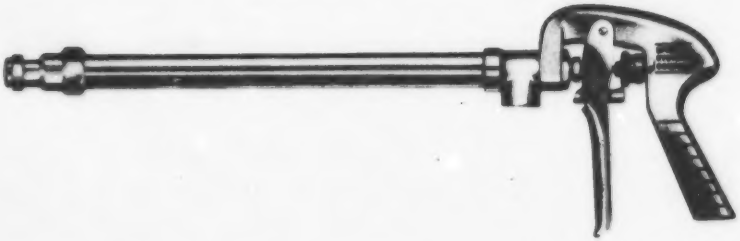


Fig. 47 Lance d'arrosage.

FONCTIONNEMENT DU PULVÉRISATEUR

PLANIFICATION

Elle commence avec la décision d'utiliser un pesticide contre un ou des parasites d'une culture. Après l'identification du problème, on choisit un pesticide particulier, selon son efficacité contre le ou les parasites, son coût, sa toxicité relative et les facteurs du milieu. Ensuite, il faut décider du débit et de la dose d'application.

Débit d'application Il est déterminé par la vitesse d'avancement, le calibre de la pastille et la pression de pulvérisation. La vitesse effective d'avancement est déterminée par la nature du matériel utilisé et du terrain. Le calibre de la pastille doit être choisi de façon à appliquer le volume à la vitesse voulue, comme il a été montré auparavant. Pour la plupart des herbicides de postlevée, on recommande une application d'au moins 100 L d'eau à l'hectare.

Nota : *Toujours* lire les instructions du fabricant sur l'emballage afin de déterminer le débit d'application, non seulement du vecteur, mais aussi, afin d'utiliser le vecteur convenant à chaque application.

Dose d'application On trouvera sur l'emballage la quantité recommandée de pesticide à appliquer en litres ou en kilogrammes par hectare.

Le guide des pages suivantes devrait aider à planifier toute l'opération de pulvérisation.

Guide d'application et d'étalonnage

A. Emplacement du champ : _____

B. Dimensions du champ (acres × 0,405) : _____ ha

C. Culture : _____ Variété : _____

D. Parasite(s) à combattre : _____

E. Pesticide(s) à utiliser : _____

F. Dose d'application : _____ L/ha ou _____ kg/ha

G. Débit requis : _____ L/ha

H. Quantité de pest. nécessaire (multiplier B par F) : _____

I. Capacité de la cuve (gall. imp. × 4,55; gall. U.S. × 3,79) : ____ L

J. Débit du pulvérisateur = $\dfrac{60\,000 \times \text{L/min (par buse)}}{\text{km/h} \times \text{espacement entre les buses (cm)}}$ = L/ha

Pression de régime : _____ kPa
Calibre de la pastille : _____
Débit de la buse : _____ mL/min ou ÷ 1000 =
_____ L/min à _____ kPa
Vitesse d'avancement : _____ km/h

K. Une cuve pleine permet de traiter (I ÷ J) = _____ ha

L. Quantité de pesticide par cuve pleine (F × K) = _____ L ou kg

M. Nombre de cuves pour traiter le champ (B ÷ K) = _____

RÈGLEMENTS

La plupart des provinces ont réglementé l'usage des pesticides (Annexe). Les règlements peuvent être promulgués sous le régime de lois diversement appelées lois sur le contrôle des pesticides (ou des antiparasitaires), sur les pesticides (ou les antiparasitaires), sur les matières agrochimiques (ou phytosanitaires), sur la protection de l'environnement, etc. Elles visent toutes l'utilisation et l'homologation des pesticides dans chaque province. Les lignes directrices provinciales sur la manutention et le transport des pesticides, l'élimination des récipients de pesticides, l'émission de permis ou les exigences de la formation à l'utilisation des pesticides, etc. sont établies d'après ces lois. Pour obtenir des renseignements détaillés, les exploitants d'entreprises privées de pulvérisation devraient obtenir un exemplaire de ces lois dans leur province.

UNITÉS DE GRANDEUR

La Loi sur les produits antiparasitaires du Canada exige l'emploi des unités du système métrique sur les emballages de pesticides. Pour simplifier les calculs, mesurer toutes les dimensions des champs en hectares (ha), les vitesses en kilomètres à l'heure (km/h) et les volumes en litres (L). Se rappeler qu'une superficie de 1 ha mesure 100 m sur 100 et équivaut à 10 000 m^2. Les facteurs de conversion utiles se trouvent à l'intérieur de la page couverture arrière.

Facteurs de conversion

On transforme les acres en hectares en en multipliant le nombre par 0,40. La figure 48 exprime en hectares la superficie d'une section. Une section renferme environ 259 ha et mesure environ 1 609 m (1 mille) sur 1 609 (1 mille). La vitesse d'avancement, en kilomètres à l'heure, s'obtient par la multiplication des milles à l'heure par 1,61. Le volume en litres s'obtient par la multiplication des gallons impériaux par 4,55 ou des gallons américains (U.S.) par 3,79.

Besoins en produits

La dose de pesticide est donnée en litres ou en kilogrammes de produit (liquide ou en poudre) à l'hectare. Pour déterminer la quantité nécessaire, multiplier la dose par le nombre total d'hectares à traiter. Diviser par la capacité du récipient pour déterminer le nombre de récipients nécessaires.

ÉTALONNAGE DU PULVÉRISATEUR

Il s'agit d'un aspect important de l'emploi des pesticides. L'application d'une quantité supérieure à la dose recommandée représente du gaspillage et peut être nocive pour la culture. D'autre part, l'application d'une quantité inférieure à la dose recommandée peut abaisser l'efficacité du traitement, ce qui en fait également du gaspillage.

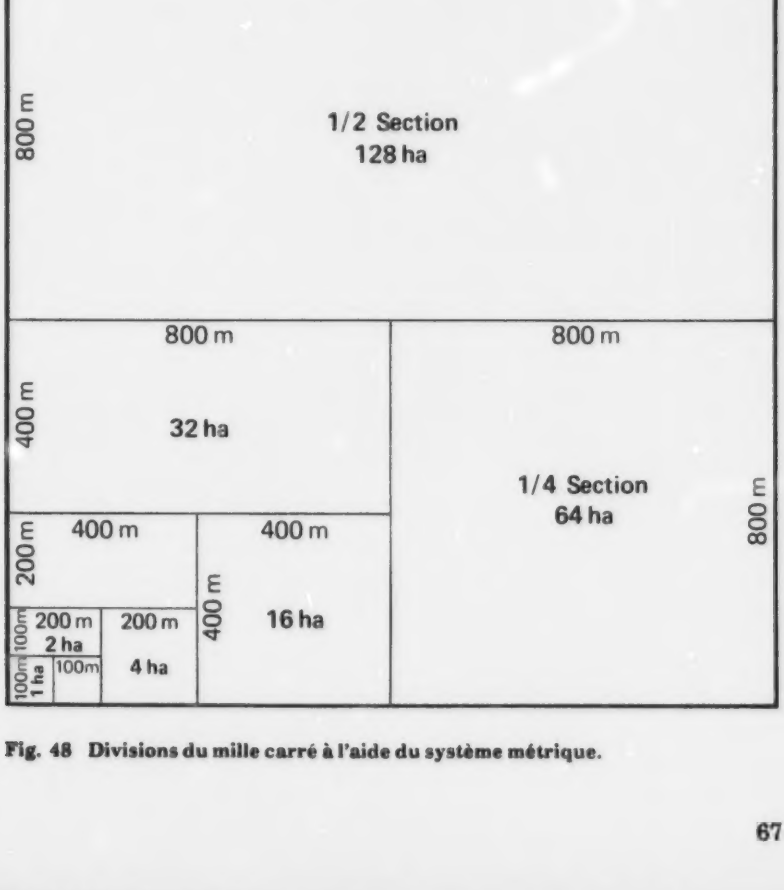


Fig. 48 Divisions du mille carré à l'aide du système métrique.

Étalonnage des buses

Pour étalonner les buses, procéder comme suit :

1. Vérifier et nettoyer toutes les buses, les crépines, les filtres et les tamis.
2. Vérifier l'exactitude du manomètre.
3. Vérifier la pression dans la rampe au moyen d'un manomètre fidèle et comparer les résultats avec ceux que donne le manomètre du pulvérisateur (l'écart devrait être inférieur à 15 kPa).
4. Le pulvérisateur fonctionnant à la pression (à l'intérieur de la rampe) voulue, en n'utilisant que de l'eau, recueillir ce qui sort de la buse pendant 1 minute. Si les soupapes de retenue sont à bille, augmenter la pression de la valeur requise pour l'ouverture de ces soupapes.
5. Mesurer et noter la quantité recueillie.
6. Répéter les étapes 4 et 5 pour chaque buse.
7. Remplacer les pastilles qui débitent plus de 5 % de la moyenne ou plus de 15 % du débit d'origine ou les pastilles qui donnent lieu à des traînées dans la répartition du produit pulvérisé. Nettoyer les buses et en vérifier à nouveau le débit. Ce dernier ne doit pas excéder de plus de 5 % du débit moyen (remplacer s'il y a lieu).

Étalonner les pastilles de laiton à toutes les 50 h d'usage et les pastilles d'autres matériaux à toutes les 200 h. L'emploi de poudres mouillables exige un étalonnage plus fréquent de tous les types de pastilles. Étalonner toutes les pastilles lorsqu'elles sont installées sur le pulvérisateur, y compris les pastilles neuves.

Détermination de la vitesse d'avancement

Pour déterminer cette vitesse, procéder comme suit :

1. Choisir le régime (réglage du tachymètre) et la combinaison de la boîte de vitesses. Le régime peut dépendre du type de pompe utilisée avec le pulvérisateur. Par exemple, si la pompe est entraînée par la prise de force du tracteur, ce dernier peut avoir besoin de fonctionner au régime ordinaire (c'est-à-dire 540 ou 1 000 r/min). La combinaison de la boîte de vitesses dépend du terrain (p. ex. accidenté ou collineux) ainsi que de la vitesse de travail recherchée.
   Nota : À moins que la pompe du pulvérisateur ne soit commandée par la vitesse d'avancement ou qu'on ne se serve d'un régulateur automatique du débit, les variations de la vitesse d'avancement influent sur le débit d'application.
2. Effectuer des essais dans le champ à traiter avec la cuve à moitié pleine d'eau. Reproduire le plus fidèlement possible les conditions réelles de terrain.
3. Mesurer une longueur de 150 m, de préférence sur du terrain uni. Marquer le début et la fin de cette longueur de sorte qu'ils soient tout à fait visibles du tracteur, au moment où on les franchit.

4. Faire démarrer le tracteur en arrière de la ligne de départ, de sorte qu'on arrive à la hauteur de cette dernière à la vitesse choisie. Au moment de franchir la ligne de départ, actionner le chronomètre; arrêter ce dernier à la ligne d'arrivée. Répéter l'essai plusieurs fois et calculer le temps moyen comme suit :

$$\text{temps moyen (min)} = \frac{\text{somme des temps}}{\text{nombre d'essais}}$$

$$\text{vitesse (km/h)} = \frac{\text{distance (m)}}{\text{temps moyen (min)}} \times \frac{60}{1\,000}$$

ou, pour une piste de 150 m de longueur :

$$\text{vitesse (km/h)} = \frac{9}{\text{temps moyen (min)}}$$

Table de référence pour l'emploi des buses ou des pastilles

On peut se servir de tables (tableau 5) pour déterminer le domaine de travail des pastilles à jet plat étalonnées en usine.

Étalonnage du pulvérisateur

Méthode A : par la table de référence

1. Convertir les dimensions du champ en hectares :
   acres × 0,40 = hectares
   p. ex. 80 acres × 0,40 = 32 ha.
2. Convertir la capacité de la cuve en litres :
   gallons × 4,55 = litres
   p. ex. 400 gall. × 4,55 = 1 820 L.
3. Déterminer le volume à appliquer par hectare selon les instructions du fabricant sur l'emballage du pesticide; souvent il est de 100 L/ha.
4. Choisir la vitesse optimale d'avancement pour le traitement, p. ex. 10 km/h.
5. Choisir la pression de pulvérisation, qui se situe habituellement entre 250 et 300 kPa.
6. Choisir la pastille qui permet de s'approcher le plus près possible du débit de 100 L/ha, au moyen de la table :
   p. ex. la pastille 8002@ débitera environ 95 L/ha à la pression de 300 kPa@ et à la vitesse d'avancement de 10 km/h.
7. Calculer le volume nécessaire pour le champ :
   ha × débit de surface de pulvérisation/hectares = litres de solution
   p. ex. 32 ha × 95 L/ha = 3040 L.

Nota : Comme la cuve ne contient que 1 820 L (voir étape 2), si on la vide au débit de 95 L/ha elle ne permettra de traiter que :

$$\frac{1\,820\ \text{L}}{95\ \text{L/ha}} = 19\ \text{ha}$$

8. Mélanger le pesticide, en utilisant le nombre de litres de pesticide à l'hectare (selon l'emballage) :
   p. ex. si la dose recommandée de pesticide est de 1,0 L/ha, la quantité de pesticide par cuve = superficie × dose du pesticide
   19 ha × 1,0 L/ha = 19 L.
   Remplir la cuve à moitié avec de l'eau, ajouter les 19 L de pesticide, puis terminer le remplissage à l'eau.
9. Régler la pression à 300 kPa, puis circuler à la vitesse choisie (10 km/h).
10. Calculer la quantité de pesticide nécessaire pour traiter tout le champ.
    La première cuve a permis de traiter 19 ha.
    Il reste à traiter 32 – 19 = 13 ha.
    Quantité d'eau nécessaire pour la seconde cuve = 13 ha × 95 L/ha = 1 235 L.
    Quantité de pesticide nécessaire = 13 ha × 1,0 L/ha = 13 L.
11. Remplir le réservoir au tiers avec de l'eau; ajouter 13 L de pesticide puis ce qui reste d'eau pour arriver au volume total de 1238 L.
12. Mélanger le tout, puis traiter le reste du champ.

Méthode B : par calcul

On recourt à une formule mathématique lorsque la table ne donne pas le débit d'application pour une certaine vitesse d'avancement ou lorsqu'on ne dispose pas de la table ou, encore, lorsque l'espacement entre les buses n'est pas standard ou que le débit des pastilles est augmenté en raison de leur usure. La formule est comme suit :

$$\text{L/ha} = \frac{60\,000 \times \text{débit par buse (L/min)}}{\text{espacement entre les buses (cm)} \times \text{vitesse d'avancement (km/h)}}$$

Soit la vitesse, 9,1 km/h pour une certaine combinaison de la boîte de vitesses et le régime du moteur. Comme la table ne donne pas le débit correspondant à cette vitesse, on utilise la formule.

Si l'on suppose que la pression de pulvérisation doit rester à 300 kPa, le débit de la pastille à cette pression, d'après le tableau 4 est de 0,79 L/min. Le débit d'application se calcule donc à partir de la formule comme suit :

$$\text{L/ha} = \frac{60\,000 \times 0{,}79}{50 \times 9{,}1} = 104\ \text{L/ha}$$

À défaut de table, régler le pulvérisateur à la pression voulue. Mesurer le débit traversant chaque pastille pendant 1 min. Calculer le débit moyen comme suit :

$$\text{L/min} = \frac{\text{somme des débits de toutes les pastilles (L/min)}}{\text{nombre de pastilles}}$$

Si on pose comme moyenne 0,76 L/min et que la vitesse souhaitée d'avancement est de 9,1 km/h, alors le débit d'application est de

$$\text{L/ha} = \frac{60\,000 \times 0{,}76}{50 \times 9{,}1} = 100 \text{ L/ha}$$

Passer ensuite aux étapes 7 à 12 de la méthode A.

Dispositifs de surveillance électronique

Ces dispositifs permettent de mesurer le débit de liquide ainsi que la vitesse de déplacement et affichent le débit résultant (en L/ha) sous forme d'une visualisation numérique continue. Le conducteur règle la vitesse de déplacement ou la pression de pulvérisation ou, encore, les deux, à l'intérieur de points de consigne jusqu'à ce qu'il obtienne l'affichage du débit souhaité. Pour fonctionner de façon convenable et rigoureuse, les dispositifs électroniques doivent être soigneusement installés et étalonnés selon les instructions du fabricant.

Si les pastilles sont neuves, une façon rapide et simple de vérifier l'exactitude du dispositif de surveillance du débit d'application est de consulter le tableau 4 ou la table de ce débit en fonction de la pression. Le débit, la vitesse et la pression affichés électroniquement devraient correspondre aux paramètres correspondants du tableau ou de la table.

Pour ce qui est des pastilles usagées, comparer le résultat affiché aux résultats des mesures effectuées selon la méthode B. La somme des débits de toutes les pastilles devrait correspondre au débit affiché. Si le débit mesuré et le débit affiché ne correspondent pas, régler le coefficient d'étalonnage du capteur de débit jusqu'à ce qu'ils correspondent.

Pour ce qui est des débitmètres stricts (L/ha), qui ne donnent que le débit, mesurer le débit de chaque pastille, puis établir la moyenne, étalonner la vitesse d'avancement, puis calculer le débit au moyen de la formule suivante :

$$\text{L/ha} = \frac{60\,000 \times \text{débit moyen des pastilles (L/min)}}{\text{espacement entre les buses (cm)} \times \text{vitesse d'avancement (km/h)}}$$

Si le débit calculé ne correspond pas au débit affiché au cours d'une application réelle en plein champ, régler le coefficient d'étalonnage du capteur de débit. Si le coefficient ne permet pas de faire correspondre

le débit calculé et le débit affiché, vérifier le capteur et le réparer s'il y a lieu.

Vérifier la vitesse affichée d'avancement par la méthode décrite auparavant, au paragraphe «Détermination de la vitesse d'avancement». Si la vitesse mesurée ne correspond pas à la vitesse affichée, réétalonner ou régler le capteur de vitesse. Pour une exactitude supérieure, toujours étalonner les capteurs de vitesse dans les conditions réelles de traitement en plein champ.

Asservissements

Ces dispositifs fonctionnent de concert avec les dispositifs électroniques de surveillance. Au lieu de régler la vitesse et la pression pour obtenir le débit ou la dose souhaitée d'application (L/ha), le conducteur compose ou enregistre ce débit ou cette dose dans le dispositif de surveillance. Le système règle alors automatiquement le débit d'application par le truchement du débit envoyé dans les rampes en fonction de la vitesse d'avancement, en agissant sur une vanne motorisée de la conduite de dérivation du pulvérisateur. Le conducteur doit circuler à une vitesse suffisamment constante de sorte que la pression ne s'écarte pas de plus de 50 kPa de la pression normale. Une basse pression de fonctionnement peut se traduire par une mauvaise répartition du produit, tandis qu'une pression élevée se traduit par des gouttelettes plus petites, plus exposées à la dérive.

Débitmètres

Ils peuvent servir à mesurer le débit d'alimentation des rampes. Ce débit est habituellement combiné à la vitesse et à la largeur de la rampe pour déterminer le débit d'application. Ces débitmètres s'installent dans la conduite d'alimentation des rampes; le débit qui le traverse ne doit pas provenir de la conduite de dérivation.

Réglages préliminaires

Ils comprennent tous les réglages exécutés durant la préparation de la machine en vue de son emploi.

Avant de commencer à traiter un champ, vérifier les coussinets de roues ainsi que la pression des pneus, puis graisser les pièces mobiles, comme il est recommandé dans le guide d'entretien. Serrer tous les boulons et écrous lâches. Installer les pastilles, les tamis et les crépines, les soupapes de retenue et toutes les autres pièces choisies pour l'opération. Veiller au bon alignement des pastilles.

La hauteur des rampes dépend de l'angle de pulvérisation retenu pour les pastilles ainsi que de la hauteur de la cible (tableau 3 et fig. 40). Régler la hauteur de la rampe, puis mettre celle-ci au niveau. Une mauvaise hauteur donne une application inégale.

MODIFICATION DU DÉBIT D'APPLICATION

Pour changer le débit, on peut agir sur trois paramètres.

La pression Si la modification représente un écart inférieur à 10 %, on peut régler la pression, la vitesse d'avancement ou les deux pour obtenir le débit recherché. Un écart de 20 % dans la pression se traduit par un écart de 10 % dans le débit. La nouvelle pression doit cependant se situer dans l'intervalle recommandé. Toutefois, la méthode n'est pas bonne, car pour doubler le débit, il faut multiplier la pression par 4. Or, une pression trop forte ou trop faible se répercute sur la répartition du produit. Une forte pression accroît le nombre de petites particules liquides, cause de dérive.
La vitesse La modification de la vitesse d'avancement influe sur le débit d'application, mais de façon inversement proportionnelle. La méthode est avantageuse pour les réglages mineurs du débit (de 10 à 25 %). Toutefois, on évitera de circuler à des vitesses excessives, contraires à la sécurité ainsi qu'à la stabilité des rampes.

Le calibre des pastilles Si la variation nécessaire est supérieure à 25 %, il faut changer de pastille pour modifier le débit d'application. Cette modification permet de travailler à la pression convenable, conserve la répartition du produit et aide à maîtriser la dérive. Cette méthode est habituellement la préférée.

CHARGEMENT DU PULVÉRISATEUR

Qualité de l'eau

Éviter d'utiliser de l'eau puisée dans le fossé, dans une excavation ou dans un marécage, si c'est possible, car cette eau peut renfermer des algues, du limon ou de fines particules de sable. Plus l'eau est propre, moins le pulvérisateur aura besoin d'entretien et moins les pastilles et les crépines seront exposées au colmatage. L'eau sale use rapidement les pastilles et les pompes. En outre, certains pesticides tels que le glyphosate sont plus efficaces dans l'eau propre. Certains pesticides fonctionnent particulièrement bien dans une eau d'une dureté, d'un pH, etc. donnés, renseignements habituellement indiqués dans les instructions figurant sur l'emballage du produit.

Compatibilité et stabilité des mélanges

Mélanges de pesticides

L'une des étapes les plus importantes d'une pulvérisation bien exécutée est de bien mélanger la solution pesticide. Un mélange incomplet donne des doses d'application variables. Il peut même entraîner l'inversion de l'émulsion de certains pesticides. L'émulsion se présente alors comme un mélange épais, semblable à de la

mayonnaise, se prêtant mal à la pulvérisation et il est difficile d'en nettoyer le pulvérisateur. Les pesticides peuvent être mélangés dans la cuve ou être prémélangés dans un récipient avant d'être versés dans la cuve. Des instructions précises sont données sur l'emballage de chaque pesticide. Il faut les suivre scrupuleusement, car l'ajout des pesticides dans un ordre erroné peut empêcher le bon mélange de matières qui, par ailleurs, sont tout à fait compatibles.

Dans la plupart des cas, le mélange en réservoir se fait par l'ajout du pesticide à la cuve à demi pleine d'eau. On mélange à fond au moyen de l'agitateur, puis on complète le remplissage avec de l'eau. Dans d'autres cas, on commence l'agitation avant l'ajout du pesticide jusqu'à utilisation complète du mélange pesticide et eau.

Si on utilise un récipient de prémélange, on remplit ce dernier à demi d'eau, puis on ajoute le pesticide. On brasse jusqu'à ce que le mélange soit lisse et uniforme, puis on l'ajoute à l'eau de la cuve. Pour faciliter le mélange, mélanger préalablement un concentré émulsifiable avec de l'eau pour former une émulsion ou faire de même avec une poudre mouillable, avec de l'eau, pour obtenir une suspension épaisse. Verser ensuite le mélange dans la cuve, à demi pleine, soumise à une agitation vigoureuse.

Durant l'ajout du pesticide ou du mélange à la cuve, se tenir sur une échelle solide ou sur le marchepied du pulvérisateur. Éviter de le faire sur un pneu, une partie du châssis, des boîtes ou d'autres moyens de fortune. En tombant, on risque de renverser du produit sur soi et de s'exposer dangereusement.

Certains pesticides ne se présentent qu'en poudre mouillable parce qu'ils sont difficiles ou coûteux à fabriquer sous forme liquide. Les poudres mouillables sont efficaces, mais, pour les appliquer, il faut avoir l'équipement nécessaire pour les agiter suffisamment. Les nouveaux pulvérisateurs sont généralement équipés pour l'application sans problème de ces poudres, mais les vieux modèles peuvent avoir besoin d'une transformation majeure. Les pompes usées peuvent être d'un débit insuffisant pour assurer une agitation qui garde la poudre en suspension. À cette fin, on installera un agitateur mécanique ou hydraulique dans la cuve. Le meilleur agitateur mécanique est du type à ailettes, mais les agitateurs à turbine sont tout à fait satisfaisants si, pour chaque tranche de 100 L de capacité de la cuve, la pompe débite de 3 à 6 L/min, outre le débit à fournir pour alimenter les rampes. Dans les grosses cuves, il faudra au moins deux agitateurs.

Les agitateurs à turbine peuvent être dotés de divers orifices calibrés, selon la capacité excédentaire de la pompe. Naturellement, plus le calibre de l'orifice est gros, plus l'agitation est intense, mais, si on choisit un orifice trop large, la pompe peut ne pas être capable de fournir un débit suffisant. On doit se fier sur son expérience pour déterminer le calibre optimal, même si des tables accompagnent l'agitateur et favorisent une sélection convenable du premier coup.

Pour éviter le colmatage causé par les poudres mouillables, toutes les crépines du pulvérisateur doivent être du type grillage ou du type à fentes et ne pas être d'un module inférieur à 50 «mesh». On doit utiliser des pastilles d'acier inoxydable, trempé ou non, de céramique ou de nylon pour les poudres mouillables, parce que ces dernières agissent comme un abrasif fin et usent rapidement le laiton ou l'aluminium.

Pour transvaser les poudres mouillables dans la cuve, il faut faire en sorte que le produit soit en suspension plutôt que de former des grumeaux. Commencer par prémélanger le produit à de l'eau dans un seau. Remplir la cuve à demi d'eau et faire démarrer l'agitateur. Verser lentement l'épaisse suspension dans la cuve. Si on associe cette poudre à un autre pesticide, ajouter ce dernier, compléter le remplissage de la cuve et commencer le traitement. Ne pas laisser les poudres mouillables dans la cuve. Un fois déposées, elles sont difficiles à remettre en suspension.

À défaut de matériel ou de méthodes convenables, s'abstenir d'utiliser les poudres mouillables, car leur application sera cause de frustration, et les résultats seront décevants.

Nota : Ne pas confondre poudre mouillable et poudre soluble. Celle-ci se dissout vraiment dans l'eau et ne demeure pas en suspension. La poudre soluble n'exige aucune manipulation spéciale, si ce n'est un peu de temps et d'agitation pour la dissoudre; une fois en solution, elle ne se déposera pas.

Mélanges de pesticides et d'engrais

Certains pesticides sont homologués pour le mélange immédiat avec des engrais. Toujours vérifier sur l'emballage avant de réaliser ce mélange et n'utiliser à cette fin que des produits homologués.

Durée de séjour dans la cuve avant l'application

Pour connaître ce paramètre, consulter l'emballage. On applique généralement le pesticide le plus tôt possible après le mélange et on ne le laisse pas reposer durant la nuit. Après le mélange, il faut garder les poudres mouillables sans cesse en agitation jusqu'à la fin de l'application.

DÉPLACEMENTS DU PULVÉRISATEUR VERS LE CHAMP

Éviter autant que possible de circuler avec un pulvérisateur chargé. Un accident pourrait entraîner l'échappement du contenu sur la route ou dans un fossé, endroits où l'endiguement et la dépollution seraient très difficiles à exécuter. Si l'agitation d'un mélange est interrompu durant le trajet vers le champ, il peut être difficile ou impossible d'obtenir un nouveau mélange convenable.

LE TRAITEMENT

Buses distales

Les buses situées à l'extrémité des rampes ne débitent pas de façon uniforme, et le liquide qui en sort est sujet à la dérive. N'utiliser ces buses que pour le traitement des abords des clôtures et des fossés et, encore, uniquement par vent faible.

Manques et recouvrements

Ils sont à éviter. Réparer ou remplacer les pastilles colmatées et usées. S'assurer que la barre d'attelage du tracteur est rigide et ne bouge pas de façon excessive. Interrompre le traitement à la tournière du champ (bande de terre où le tracteur tourne), afin de prévenir la superposition du produit.

Balisage

Il a pour but d'empêcher les manques et les recouvrements. On trouve dans le commerce des balises à disques, à fanions ou de papier ainsi que des mousses et des colorants de balisage. Dans certaines cultures, on peut se contenter d'un dispositif simple comme une vieille carcasse de pneu léger, que l'on laisse traîner à l'extrémité de la rampe. Le fait de donner au pulvérisateur et au semoir la même largeur est une autre façon de prévenir les manques et les recouvrements, car le traitement se fait tout simplement dans les traces laissées par les semailles.

Méthode recommandée de pulvérisation

Après avoir traité le périmètre du champ, parcourir ce dernier selon des bandes longitudinales successives. Arrêter la pulvérisation à la tournière pour en prévenir le traitement excessif.

Ne pas traiter le champ en en faisant continuellement le tour, parce que deux problèmes peuvent survenir dans les angles. Premièrement, une partie de l'angle ne reçoit pas de traitement. Le passage en diagonale dans les angles après traitement du champ est cause de gaspillage de pesticide et, éventuellement, de dommages graves à la culture. Deuxièmement, dans les virages, la vitesse de la rampe n'est pas la même partout, ce qui entraîne une variation de la dose appliquée d'un bout à l'autre de la rampe. Il arrive même parfois qu'une partie de la rampe s'arrête d'avancer et recule un instant, ce qui peut entraîner la brûlure de certains plants.

ENTRETIEN DU PULVÉRISATEUR

ÉLIMINATION DE L'EXCÉDENT DE PESTICIDE

Une bonne planification et des mesures exactes sont nécessaires pour éviter de se retrouver avec un excédent volumineux de solution. Dans certains cas, on peut traiter avec cet excédent une jachère, à la même dose que la culture, à la condition que le pesticide ne nuise pas aux cultures que l'on pratiquera par la suite dans la jachère. L'excédent peut aussi être stocké temporairement dans les récipients d'origine, dans un endroit inaccessible aux enfants et aux animaux. Bien connaître les lois et les recommandations précises en vigueur dans la province sur l'élimination des solutions excédentaires.

NETTOYAGE DU PULVÉRISATEUR

Si on entretient bien le pulvérisateur, on pourra l'utiliser longtemps et d'une façon efficace. Consulter le guide de l'utilisateur pour connaître la marche à suivre.

À la fin de chaque journée d'utilisation, rincer la cuve à fond à l'eau propre, puis passer de l'eau également propre dans la pompe, les rampes et les buses. Ouvrir l'extrémité des rampes pour les rincer à fond. Vérifier tous les tamis, filtres et crépines et les laver s'il y a lieu. Nettoyer les pastilles à l'air comprimé.

Un nettoyage plus complet s'impose lorsqu'on passe d'un pesticide à un autre, notamment lorsque la culture à traiter est vulnérable au pesticide que l'on vient d'utiliser. Il n'existe aucune façon satisfaisante de débarrasser le pulvérisateur de toute trace de pesticide. La plupart des pesticides se présentent sous forme de concentré émulsifiable, de concentré hydrosoluble ou de poudre mouillable. Selon le type de préparation, on trouvera, dans plusieurs bulletins publiés par les provinces, des marches à suivre pour le nettoyage des pulvérisateurs. En général, on y propose un rinçage à fond à l'eau propre, puis un lavage initial, soit avec une solution diluée de détergent pour ce qui est des pulvérisateurs contenant des résidus de concentrés émulsifiables tels que les esters du 2,4-D, soit une solution diluée d'ammoniaque pour les pulvérisateurs qui ont renfermé des préparations hydrosolubles, par exemple la forme aminée du 2,4-D. Pour le détail des marches à suivre, s'adresser au ministère de l'Agriculture de sa province. Certains pesticides font l'objet d'instructions de nettoyage précises. Vérifier sur l'emballage du produit.

REMISAGE DU PULVÉRISATEUR

Au cours des préparatifs de remisage, voici la liste des choses à faire :

1. Nettoyer à fond le pulvérisateur; le vider complètement de l'eau qui pourrait rester, notamment dans les filtres, la pompe, le régulateur de pression, la vanne de sélection, les indicateurs et dans tout autre accessoire qui pourrait retenir l'eau.
2. Contrôler l'usure des pièces, dresser la liste de toutes celles qui ont besoin d'être remplacées et les commander bien avant le début de la prochaine campagne.
3. Avant le remisage d'hiver, enlever la pompe et se conformer à la notice du fabricant pour ce qui est de son remisage.
4. Fermer toutes les ouvertures, pour éviter l'entrée de poussières, de débris ou de rongeurs.
5. Remiser le pulvérisateur à l'abri des dommages qui pourraient lui être infligés par d'autres engins ou par les animaux de la ferme. Recouvrir la cuve en polyéthylène pour en empêcher la dégradation possible par la lumière du soleil. Remiser la cuve d'acier galvanisé dans un local à l'abri de l'humidité pour en empêcher la corrosion.

MAÎTRISE DE LA DÉRIVE

TYPES DE DÉRIVE

La dérive du pesticide est le transport de ce dernier hors de la cible. Le phénomène peut se traduire par des dommages coûteux aux cultures, à l'environnement ou causés par les insectes. On en connaît deux types. Le premier survient au moment du traitement, lorsque les petites gouttelettes restent en suspension dans l'air et sont transportées par le vent. C'est le type le plus répandu et le plus dommageable. Le second type, la dérive sous forme de vapeur, survient après le dépôt des pesticides sur les plants ou à la surface du sol. Le pesticide peut alors commencer à s'évaporer, et la vapeur peut être transportée par le vent sur des distances considérables. La dérive de vapeur peut se produire pendant une période de plusieurs jours à quelques semaines après le traitement.

Comme la dérive sous forme de vapeur est principalement déterminée par la volatilité du pesticide, l'exploitant agricole dispose de peu de moyens pour la prévenir, si ce n'est d'utiliser des formulations relativement peu ou non volatiles. L'exécution du traitement uniquement au cours d'une période où on prévoit du temps frais peut réduire cette dérive, mais, normalement, il s'agit d'une solution peu pratique.

D'autre part, la dérive sous forme de gouttelettes peut être maîtrisée au moyen d'une gamme de mesures pratiques. Toutefois, certaines des mesures prises pour réduire la dérive des gouttelettes peuvent aboutir à une perte de l'efficacité contre les parasites. Ainsi, il faut en arriver à un équilibre délicat entre la maîtrise de la dérive et l'obtention d'une efficacité convenable contre les parasites.

GROSSEUR DES GOUTTELETTES

Avec les pulvérisateurs classiques, les gouttelettes sont produites grâce à la pression hydraulique. L'eau est amenée à traverser un orifice calibré et se détend sous forme de voile. Au sortir de la pastille, le voile se brise successivement en petites langues, en gouttes, puis en gouttelettes, avant d'atteindre la cible.

La gamme souhaitable de grosseurs des gouttelettes dépend du pesticide, de la cible ainsi que des conditions ambiantes au moment du traitement. Normalement, les insecticides et les fongicides exigent de très petites gouttelettes (<150 µm) pour maximiser la surface de contact. Les herbicides de postlevée exigent habituellement d'être épandus en gouttelettes de 150 à 400 µm. Les très petites gouttelettes (<100 µm) sont exposées à la dérive, tandis que les grosses (>650 µm) s'écoulent à la surface des feuilles ou des plants ou rebondissent dans leur chute. La répartition des herbicides appliqués sur le sol peut être moins fortement déterminée par la grosseur des gouttelettes; les grosses gouttelettes se prêtent moins à la dérive.

Comme tous les applicateurs et toutes les pastilles produisent une gamme de grosseurs de gouttelettes, il est impossible d'attribuer un seul diamètre à ces dernières. La gamme de grosseur peut se décrire de nombreuses façons, mais la plus facile à comprendre probablement est de tracer le graphique du pourcentage cumulatif du volume en fonction du diamètre des gouttelettes (fig. 49). Dans l'exemple, 95 % du volume pulvérisé consiste en gouttelettes d'au plus 600 µm de diamètre, 50 % en gouttelettes d'au plus 385 µm et 3,5 % en gouttelettes d'au plus 200 µm. Au taux de 50 % correspond ce qu'on appelle le diamètre médian, compte tenu du volume, qui, dans l'exemple, est de 385 µm. C'est cette valeur qui, le plus souvent, sert à désigner la grosseur «moyenne» des gouttelettes.

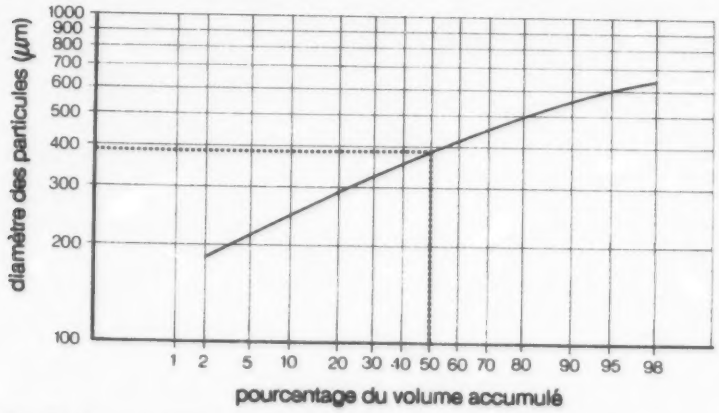


Fig. 49 Pourcentage cumulatif du volume en fonction du diamètre des particules.

La grosseur des gouttelettes produites par une pastille est déterminée par la forme de l'orifice et son calibre, par l'angle de la buse et par la pression du liquide (fig. 50). Pour un type donné de pastille, plus l'orifice est gros, plus les gouttelettes le sont également; plus l'angle est ouvert, plus les gouttelettes sont petites. Le tableau 12 montre, pour plusieurs pastilles à jet plat, l'influence de la grosseur de l'orifice calibré sur la grosseur des gouttelettes, sous la pression de 275 kPa.

MAÎTRISE DE LA DÉRIVE

Facteurs ambiants

La meilleure façon de réduire la dérive des gouttelettes est d'exécuter les traitements par vents de moins de 15 km/h (mais non par temps absolument calme). Éviter les vents qui dépassent les 20 km/h, notamment près de la lisière du champ qui se trouve dans la direction où souffle le vent. En outre, la répartition du produit est gravement perturbée par vents de plus de 25 km/h. Habituellement, le vent souffle moins fort le matin et vers le crépuscule. Beaucoup de pesticides sont plus efficaces s'ils sont appliqués par temps frais et humide. Ces conditions se retrouvent souvent le matin et à la tombée du jour.

Tableau 12 Effet du calibre de la pastille sur le diamètre médian des gouttelettes selon le volume (DMV)

Calibre de la pastille	Pourcentage du volume de gouttelettes < 200 µm à 275 kPa	DMV (µm)
8001	6	355
8002	3,5	385
8004	2	430

L'humidité et la température de l'air influent sur la dérive des gouttelettes en déterminant la vitesse d'évaporation de ces dernières dans l'air, c'est-à-dire la vitesse à laquelle ces gouttelettes deviennent plus petites et plus exposées à la dérive. Lorsqu'on utilise une solution pesticide aqueuse, il est mieux, pour maîtriser la dérive, de pulvériser le liquide par temps humide que par temps sec à la même température. Plus celle-ci est élevée, plus la vitesse d'évaporation est grande et plus grand aussi est le risque de dérive.

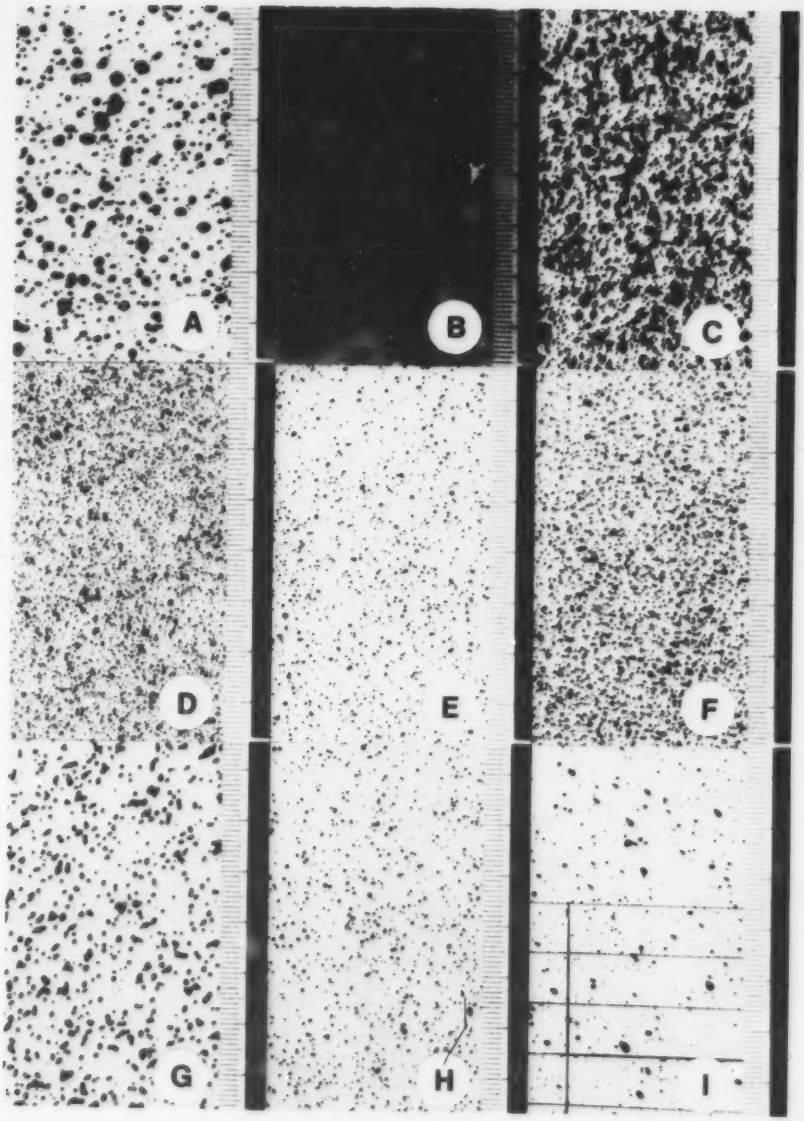


Fig. 50 Dépôts donnés par divers pulvérisateurs et pastilles : *A*, Raindrop RD-1, 210 kPa, 110 L/ha, buse en position horizontale face-arrière; *B*, 11002, 280 kPa, 110 L/ha; *C*, 8002, 280 kPa, 110 L/ha; *D*, 8001, 280 kPa, 50 L/ha; *E*, 730077, Spray Coupe, 280 kPa, 55 L/ha; *F*, 650067, 280 kPa, 55 L/ha; *G*, disque pivotant (micromax), 280 kPa, 40 L/ha, 2000 rpm; *H*, disque pivotant (micromax), 280 kPa, 40 L/ha, 5000 rpm; *I*, aircraft Piper Pawnee D10-45, 170 kPa, 28 L/ha.

La température de l'air est également un facteur important parce qu'elle varie selon qu'elle se trouve plus ou moins près du sol. Au cours de la nuit et jusqu'environ une heure après le lever du soleil, l'air près du sol est souvent plus frais et plus stable que l'air au-dessus, et on observe une inversion thermique. Un bon exemple de ce phénomène est le brouillard suspendu au-dessus d'un lac ou d'un étang vers le lever du soleil. Le nuage de gouttelettes pulvérisées durant une inversion risque de dériver et de rester concentré près du sol. On évitera donc les traitements au cours des inversions de température, plus particulièrement près des régions vulnérables.

Facteurs techniques

Débit d'application

Pour maîtriser la dérive, on recommande des pastilles de calibre 02, au moins, pour l'application de pesticide. L'accroissement du débit d'application par l'emploi de pastilles de plus gros calibre peut réduire la dérive, car ces orifices produisent une plus grande proportion de grosses gouttelettes et une plus faible proportion de petites gouttelettes qui, elles, sont exposées à la dérive. Toutefois, la libération de grosses gouttelettes se traduit par une mauvaise répartition du produit pulvérisé à la surface de la cible et, également, elle exige de plus grandes quantités d'eau. La pastille 02 constitue un bon compromis entre la répartition et la maîtrise de la dérive. L'utilisation de pastilles de plus gros calibre se justifie uniquement lorsque la répartition à la surface de la cible n'est pas un paramètre essentiel.

Réduction de la pression

Une façon de combattre la dérive des gouttelettes est de créer un jet plus grossier par réduction de la pression à la buse. Toutefois, la méthode est rarement acceptable avec les buses à jet plat ordinaires, car le fonctionnement à une pression inférieure à la valeur recommandée se fait au détriment de la répartition. En outre, pour modifier sensiblement la grosseur des gouttelettes, il faut abaisser considérablement la pression. Il existe une gamme de buses à jet plat (codes LP, LFR ou XR) qui fonctionnent dans une gamme étendue de pressions, et qui, à faible pression, confèrent une répartition suffisamment uniforme des gouttelettes.

Hauteur des buses

L'angle de pulvérisation donné à la pastille influe sur la dérive des gouttelettes par le truchement de la grosseur de ces dernières et de la hauteur à laquelle il faut placer la rampe pour qu'il y ait recouvrement convenable des bandes pulvérisées par chaque buse.

Plus l'angle est petit, plus grosses, en moyenne, sont les gouttelettes (diamètre médian selon le volume). Par exemple, à la pression de 275 kPa, le DMV des gouttelettes projetées d'une pastille dont l'angle est de 110° est de 300 µm, tandis qu'à 80° le DMV se situe à 400 µm et qu'à 65° il est d'environ 475 µm. Toutefois, plus l'angle est petit, plus il faut surélever la rampe pour obtenir un recouvrement convenable entre les bandes pulvérisées par chaque buse (fig. 40 et tableau 3). Plus la rampe est haute, plus le produit pulvérisé est exposé à être le jouet du vent. Ainsi, des pastilles à 65° produisent de plus grosses gouttelettes, qui résistent davantage à la dérive, mais qui exigent que la rampe soit située plus haut, ce qui expose davantage le produit à la dérive. L'angle de 80° assure probablement le meilleur compromis entre la hauteur, la grosseur des gouttelettes et la dérive.

Vitesse d'avancement

Elle exerce aussi un effet sur la dérive, notamment en terrain accidenté. L'oscillation des rampes, du fait d'une vitesse excessive, peut accroître la dérive et se traduire par une mauvaise répartition du produit, laquelle aboutira à des dommages dans la culture et une maîtrise moindre des parasites. La dérive est également augmentée par l'effet combiné du vent et de la turbulence créé par le pulvérisateur en déplacement, phénomène des plus évidents dans le cas des véhicules à haute vitesse comme le «*Spra-Coupe*» ainsi que les avions. Ces véhicules donnent lieu à une dérive supérieure et à un dépôt sur la cible inférieure à ce que procurent les engins roulants traditionnels, en raison d'une combinaison de facteurs tels que la hauteur supérieure de pulvérisation, la petitesse relative des gouttelettes ainsi que la vitesse de déplacement.

Pare-vent

Dernièrement, on a équipé certains pulvérisateurs-remorques d'écrans qui protègent la répartition du produit pulvérisé contre l'effet du vent. Ces pare-vent peuvent couvrir soit toute la rampe (fig. 51), soit entourer chaque buse, en prenant la forme d'un cône (fig. 52). Les pare-vent de rampe épousent diverses formes tandis que les cônes de buse n'existent que dans une seule grosseur, pour accommoder les pastilles de 110° d'inclinaison. L'avantage des pare-vent est qu'ils réduisent la dérive des gouttelettes, notamment par temps venteux, prolongeant ainsi les périodes qui se prêtent à la pulvérisation. Des études, dernièrement, ont montré que les pare-vent n'éliminent pas la dérive, même par vent faible, mais qu'ils contribuent à la réduire. Les mêmes études ont montré que certains pulvérisateurs à pare-vent effectuent une répartition du produit plus variée que les pulvérisateurs sans pare-vent, notamment lorsque le temps est très venteux.

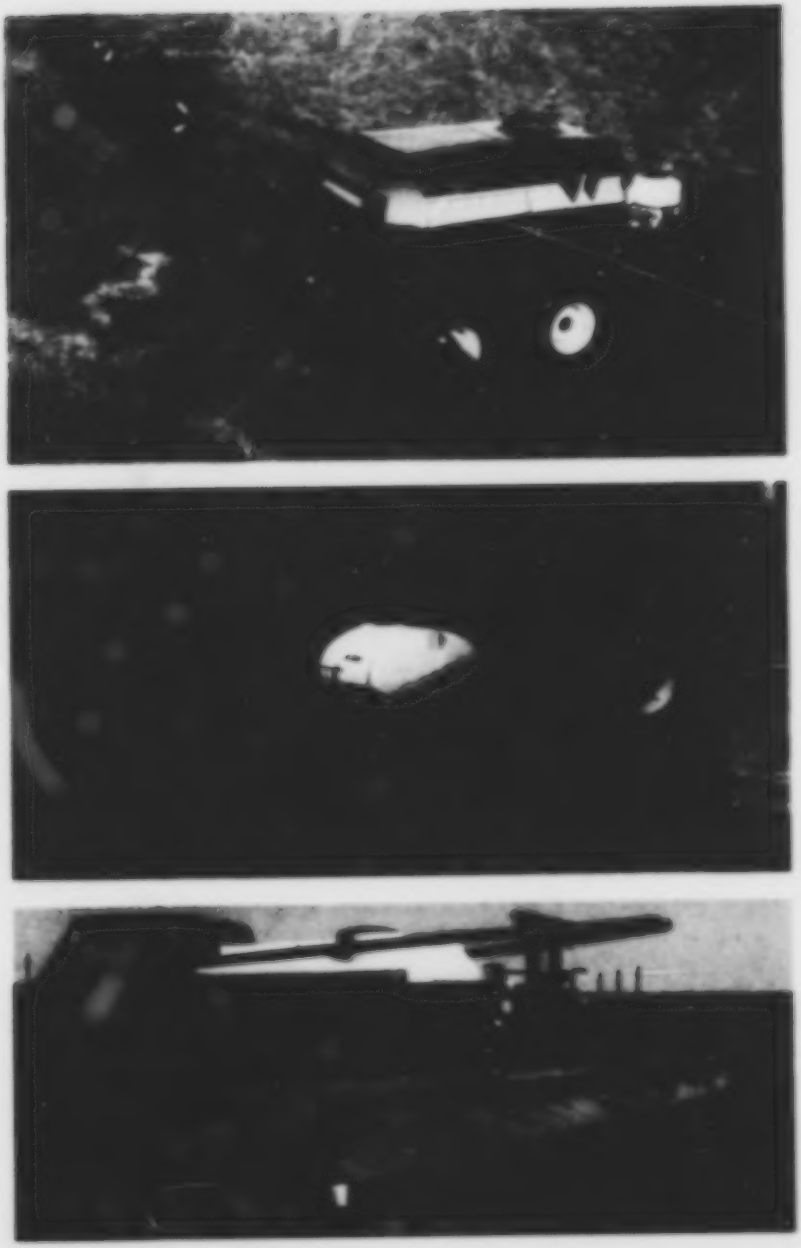


Fig. 81 Pulvérisateurs à pare-vent de rampe.

Facteurs physico-chimiques

Comme nous l'avons déjà vu, la seule méthode efficace pour réduire la dérive sous forme de vapeur est d'utiliser des formulations à volatilité faible ou nulle. Utiliser ces formulations, notamment lorsque le champ à traiter se trouve près de zones vulnérables.

Plusieurs additifs peuvent aider à augmenter la grosseur des gouttelettes et à réduire la dérive. Les agents moussants, par exemple, réduisent la dérive, mais ne font pas une bonne répartition du pesticide. Vérifier sur l'emballage du produit s'il est possible d'utiliser ces additifs.

On peut ajouter des agents tensio-actifs aux formulations pour améliorer l'adhésion ainsi que l'étalement des gouttelettes sur le feuillage. Certains ont prétendu que les agents tensio-actifs ralentissent l'évaporation des gouttelettes durant leur chute, au détriment de la dérive. Toutefois, les essais n'ont pas encore démontré la véracité de ces dires.

Le recours à des huiles comme solvants et vecteurs des pesticides, plutôt qu'à l'eau, pourrait, de même, aider à maîtriser la dérive, mais le coût qu'elles entraînent interdit leur usage répandu, notamment avec les engins roulants de pulvérisation.

Fig. 53 Pulvérisateur à pare-vent coniques.

SANTÉ ET SÉCURITÉ

La santé et la sécurité devraient être la priorité de ceux qui travaillent avec des pesticides. La plupart de ces derniers sont considérés comme sûrs s'ils sont manipulés convenablement, mais les effets à long terme de l'exposition à ces produits sont inconnus. Comme plusieurs guides ont été publiés dernièrement sur la question de la sécurité en ce qui concerne les pesticides, nous ne mentionnerons en passant que les précautions fondamentales à prendre pour se protéger.

MANIPULATION ET ÉLIMINATION DES RÉCIPIENTS

Rinçage des récipients

Nettoyer tous les récipients par triple rinçage ou par rinçage sous pression, lequel, s'il dure 30 secondes, est aussi efficace que le triple rinçage et rend les récipients inutilisables en les perforant automatiquement. Perforer tous les récipients de pesticides avant de les éliminer.

Élimination sur place

Elle comporte l'enfouissement des récipients soumis à un triple rinçage à au moins 30 cm de profondeur dans un sol argileux ou loameux. Écraser les récipients et les bouteilles de verre avant de les enfouir dans une parcelle non cultivée, à l'écart des puits, des étangs, des cours d'eau et des pâturages. Aucune eau de ruissellement ne devrait provenir du lieu d'enfouissement. En cet endroit, la nappe phréatique devrait se trouver à au moins 3 m de la surface. Combler le lieu d'enfouissement et en compacter la terre afin de retarder l'infiltration de l'eau. Marquer et noter l'endroit. Consulter les règlements de la province préalablement à l'élimination.

Centres régionaux et locaux d'élimination

Dans beaucoup de provinces, on trouve des endroits publics où les agriculteurs peuvent éliminer les récipients de pesticide à l'extérieur de leur exploitation, ce qui est plus facile que de les y enfouir. L'innocuité écologique dépend du rinçage (triple ou sous pression) auquel on a préalablement soumis les récipients. Le bon fonctionnement de ce système repose sur la conscience des utilisateurs. Empiler soigneusement sur leurs côtés les récipients livrés dans ces centres pour empêcher l'eau de pluie d'y pénétrer et les résidus de pesticides de s'en échapper. Consulter les arrêtés municipaux visant ces centres.

LIGNES DIRECTRICES POUR RÉDUIRE AU MINIMUM L'EXPOSITION AU COURS DE LA MANIPULATION ET DE L'APPLICATION DES PESTICIDES

Renseignements qui figurent sur les emballages

Pour que les utilisateurs sachent quelles précautions prendre, les emballages de pesticides portent des symboles ainsi que des avertissements identifiant le principal danger auquel ils sont exposés ainsi que la gravité de la menace (tableau 13). Les pesticides considérés comme non dangereux n'ont besoin d'être accompagnés d'aucun symbole ou avertissement. Les instructions sur l'emballage précisent aussi les précautions à prendre pour réduire au minimum l'exposition ainsi que les premiers soins à donner en cas d'exposition accidentelle. *Toujours lire ces instructions avant d'utiliser un pesticide*!

Équipement et vêtements de protection

Il est impossible pour les utilisateurs d'éviter l'exposition aux pesticides qu'ils utilisent. Ils peuvent y être exposés au cours du transport du pesticide, du remplissage et du mélange dans la cuve, du rinçage des récipients, de l'application, des travaux d'entretien sur le pulvérisateur et du stockage des pesticides. Cette exposition peut prendre la forme d'un contact avec les vapeurs et les aérosols de pesticides, avec les formulations concentrées sous forme liquide, de poudre ou de granules ou, encore, avec le mélange pulvérisé. Comme les pesticides sont plus concentrés avant leur dilution dans l'eau, l'exposition la plus forte est susceptible de survenir durant la manipulation, par exemple durant le transvasement du pesticide dans la cuve.

Il y a quatre voies d'exposition : les yeux, l'ingestion, l'inhalation et le contact cutané. On peut se procurer le matériel convenable de protection, pour réduire au minimum l'exposition, auprès des fournisseurs de ce type de matériel, dans les magasins de fournitures agricoles, les élévateurs à grains et dans certaines quincailleries. En plus des mesures convenables de protection, les utilisateurs doivent aussi adopter une attitude responsable à l'égard des pesticides.

Contact par les yeux

Cette forme d'exposition peut causer des dommages permanents à la vision ou provoquer la cécité. Il faut porter des lunettes-masque chaque fois que l'on manipule des pesticides. Durant l'opération, ne pas porter de lentilles cornéennes souples et perméables aux gaz, car elles peuvent absorber les pesticides et les concentrer contre la cornée. Même si les verres offrent une protection, celle-ci ne s'étend pas à tous

Tableau 13 Symboles du risque principal, des précautions à prendre et de leur désignation

Symbole du risque principal	Désignation	Symbole avertisseur	Degré de danger	Désignation
	POISON			
			élevé	DANGER
	CORROSIF			
			moyen	AVERTISSE-MEMT
	INFLAM-MABLE			
			faible	ATTENTION
	EXPLOSIF			

les côtés de l'oeil comme avec les lunettes-masque ou lunettes à l'épreuve des éclaboussures. Ces dernières sont maintenant conçues pour être portées sans désagrément par-dessus les verres ordinaires et elles peuvent comporter des lentilles spécialemenent traitées ou des trous d'aération protégés afin de réduire la formation de buée. Le serre-tête devrait être en plastique ou en caoutchouc, pour être facilement lavable. Toujours garder de l'eau fraîche en réserve dans un récipient propre, facile d'accès, pour servir au lavage des yeux en cas d'accident.

Ingestion

Toujours éviter de manger, de boire et de fumer durant la manipulation des pesticides. Ne jamais porter sur soi de nourriture ou de cigarettes lorsqu'on travaille avec des pesticides. Une bonne hygiène personnelle est la meilleure façon de prévenir l'exposition par voie orale. Beaucoup d'agriculteurs transportent un récipient d'eau propre ou savonneuse avec eux, de sorte qu'ils peuvent se laver les mains avant de manger ou de fumer. D'autres façons de s'exposer au produit est de souffler dans les pastilles pour les décolmater ou de se désaltérer à même le boyau qui a servi à remplir la cuve. Ces habitudes sont à proscrire!

Inhalation

Il ne suffit pas d'éviter que le vent souffle les pesticides en notre direction, il faut encore réduire au minimum l'inhalation de vapeurs ou de poudres pesticides en portant un respirateur à cartouche chimique. Ce dispositif couvre la bouche et le nez pour empêcher l'inhalation de pesticides. On peut aussi porter des respirateurs à adduction d'air qui comprennent un masque complet qui protège le visage, la tête et les yeux.

Exposition cutanée

C'est la principale voie d'exposition aux pesticides. Il importe de comprendre que non seulement les pesticides peuvent être absorbés directement au travers de la peau, mais que, encore, la vitesse d'absorption diffère selon la partie du corps. Ainsi, le scrotum, le conduit auditif, le front et le cuir chevelu sont particulièrement vulnérables à l'absorption des pesticides.

La principale défense contre l'exposition cutanée se trouve dans les vêtements et il est recommandé de couvrir toutes les parties du corps de vêtements de protection. Certaines matières comme le cuir ne sont pas seulement difficiles à laver, mais elles absorbent les pesticides et les gardent près de la peau. On ne portera donc pas de vêtements de cuir tels que des bottes ou des gants durant la manipulation de pesticides.

Tête À défaut de respirateur à adduction d'air, porter un casque dur ou un chapeau à large bord, imperméable, à bandeau absorbant de plastique. Les casquettes de baseball offrent peu de protection et, si elles sont contaminées, elles peuvent même continuer à exposer la tête aux pesticides.

Mains Toujours protéger les mains, la partie du corps la plus susceptible d'entrer en contact avec les pesticides. On recommande des gants à crispin ou à manchette allant jusqu'au coude, de néoprène ou de nitrile, sans doublure, qui protègent également tout le poignet. Replier le crispin sous forme de revers pour empêcher le pesticide de couler le long des bras lorsqu'on lève ces derniers. Laver l'extérieur des gants avant de les enlever; pourvu qu'ils ne soient pas doublés, on peut laver à fond l'intérieur et l'extérieur des gants après usage.

Pieds Toujours porter des bottes au genou, de caoutchouc ou de néoprène. Pour plus de protection, elles peuvent comporter une coquille et une semelle à l'épreuve des perforations.

Corps Porter des vêtements de dessus hydrofuges, en caoutchouc ou en polymères de synthèse par-dessus le pantalon et la chemise (à manche longue, par définition). On peut se procurer des vestes, des pantalons et des tabliers de caoutchouc non doublés. Ils sont lourds et donnent chaud, mais on peut les laver et les porter de nombreuses fois. Les polymères de synthèse se présentent habituellement sous forme de combinaison et sont beaucoup plus légers; certains sont jetables et il ne faut pas les réutiliser. Pour éliminer ces vêtements, les enfouir ou les glisser dans un sac de plastique et les envoyer, si c'est permis, dans une décharge municipale.

Les combinaisons de tissu serré, comme le croisé (bleus de travail), offrent quelque protection; les porter en même temps qu'un tablier de caoutchouc ou de polymère de synthèse comme protecteur des aines. Les laver à part du linge non contaminé, à la fin de chaque journée de travail. Ne jamais porter en d'autres moments des vêtements qui servent durant les pulvérisations.

Quelle que soit l'étoffe, les combinaisons devraient être complètement boutonnées ou fermées, les manches devraient recouvrir les gants. De même, les jambes des pantalons recouvrent les bottes et sont maintenues serrées en place au moyen de bandes élastiques.

À la fin de la journée, se doucher le plus tôt possible. Plus le pesticide séjourne longtemps sur la peau, plus la quantité absorbée augmente. Sous la douche, ne pas lésiner sur le savon et le shampoing, en veillant particulièrement aux cheveux et aux ongles.

LISTE DE VÉRIFICATION

Les causes de mauvais fonctionnement des pulvérisateurs peuvent être le bris d'une pièce, la corrosion, l'abrasion, le grippage et l'interruption du débit de la pompe. Des pièces de qualité, une utilisation modérée et le bon entretien du pulvérisateur réduiront le nombre de pannes et prolongeront sa durée de vie utile. Toutefois, des problèmes surviendront parfois. On trouvera ci-dessous les plus communs avec, en regard, leurs causes possibles et leurs remèdes.

PROBLÈME	CAUSE PROBABLE	REMÈDES
Pression insuffisante	(1) Mauvais fonctionnement du régulateur, mal réglé ou bloqué.	(1) Nettoyer et régler le régulateur.
	(2) Colmatage de la crépine ou de la conduite d'aspiration.	(2) Nettoyer à fond la crépine et débloquer la conduite d'aspiration.
	(3) Conduite d'aspiration fissurée ou rendue poreuse.	(3) Remplacer la conduite.
	(4) Pompe usée.	(4) Remplacer ou reconditionner la pompe.
	(5) Alimentation insuffisante de la pompe.	(5) Vérifier la présence d'un étranglement dans la conduite d'aspiration, le colmatage du filtre, la fermeture d'une soupape ou les trop petites dimensions de cette dernière. Pas de solution dans la cuve.
	(6) Agitation excessive.	(6) Augmenter la grosseur de la pompe ou réduire le débit passant par l'agitateur.
	(7) Manomètre défectueux.	(7) Remplacer le manomètre.
	(8) Usure excessive des pastilles.	(8) Remplacer les pastilles.

Pression excessive	(1) Régulateur de pression mal réglé ou bloqué.	(1) Régler le régulateur.
	(2) Régulateur de pression trop petit.	(2) Installer un gros régulateur.
	(3) Conduite de dérivation bloquée ou trop petite.	(3) Débloquer la conduite ou la remplacer par une plus grosse.
	(4) Manomètre défectueux.	(4) Remplacer le manomètre.
	(5) Agitateur sur la conduite de dérivation.	(5) Installer une conduite séparée pour l'agitation.
Fluctuation excessive de l'aiguille du manomètre	(1) Manomètre trop sensible.	(1) Remplacer le manomètre et installer un amortisseur entre ce dernier et la pompe.
	(2) Alimentation insuffisante de la pompe.	(2) Vérifier la présence d'un étranglement dans la conduite d'alimentation de la pompe.
	(3) Entrée d'air dans le circuit.	(3) Rechercher un défaut dans l'étanchéité de la pompe et réparer si besoin est.
	(4) Engorgement de l'amortisseur des sautes de pression.	(4) Vider l'amortisseur de son eau.
	(5) Amortisseur des sautes de pression réglé à la mauvaise pression.	(5) Régler la pression de l'air selon les recommandations du fabricant.
Colmatage des pastilles	(1) Tamis ou crépine de buse à ouvertures trop grandes.	(1) Remplacer par un dispositif dont la grandeur des ouvertures convient.
	(2) Eau sale ou corps étrangers dans la cuve.	(2) Vider la cuve et la nettoyer à fond; vérifier la présence de trous dans le tamis ou la crépine de la conduite d'aspiration.
	(3) Mauvais mélange du pesticide (poudre mouillable).	(3) Augmenter l'agitation.

	(4) Rampe remplie de corps étrangers.	(4) Déboucher l'extrémité de la rampe et rincer à grande eau.
Mauvaise répartition du produit pulvérisé	(1) Rampe trop basse.	(1) Relever la rampe ou l'orienter légèrement vers l'avant ou l'arrière.
	(2) Pression trop faible.	(2) Vérifier la pression à la hauteur de l'extrémité de la rampe; elle ne devrait s'écarter de plus de 15 kPa de la pression indiquée sur le manomètre principal. Sinon vérifier les garnitures et les conduites pour y déceler des constrictions.
	(3) Pastilles usées ou endommagées.	(3) Remplacer les pastilles.
	(4) Colmatage des crépines de buse.	(4) Nettoyer ou remplacer le tamis ou la crépine.
	(5) Présence de corps étrangers dans la buse.	(5) Nettoyer la pastille au jet d'air.
Dérive visible du produit pulvérisé	(1) Gouttelettes trop fines.	(1) Réduire la pression, utiliser des pastilles de plus gros calibre.
	(2) Rampes trop hautes.	(2) Abaisser les rampes et les orienter vers l'avant ou l'arrière.
	(3) Temps trop venteux.	(3) Interrompre le traitement.
Battement horizontal des rampes	(1) Attelage lâche entre le pulvérisateur et le tracteur.	(1) Resserrer l'attelage.
	(2) Goupille d'attelage lâche.	(2) Utiliser un attelage à rotule.
	(3) Absence de pièces de soutien.	(3) Installer des pièces de soutien horizontales sur les rampes.
Battement vertical excessif des rampes	(1) Absence de roues porteuses.	(1) Installer des roues sous les rampes.
	(2) Terrain accidenté.	(2) Ralentir.

RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

Le gouvernement fédéral, plusieurs provinces ainsi que l'industrie des pesticides publient des lignes directrices et des bulletins sur la sécurité et sur les techniques de pulvérisation. Voici une liste partielle de ces publications :

Les produits antiparasitaires et la sécurité, publication 1825 F d'Agriculture Canada (existe également en anglais)
Pesticide handling, guide sur la sécurité (Santé nationale et Bien-être social Canada)
Guide to crop protection in Alberta (Agriculture Alberta)
A guide to field sprayer operation (Agriculture et Alimentation Saskatchewan)
Field sprayers (Agriculture Manitoba)
Field weed sprayers (ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario)
Orchard sprayers (ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario)
Field sprayer calibration (ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario)
Pulvérisateur à rampe – guide d'utilisation (Agriculture Québec)
Grower pesticide safety course manual (ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario)
Farm chemical safety is in your hands (Institut canadien pour la protection des cultures)

ANNEXE

On trouvera ci-dessus les titres de lois provinciales visant les pesticides. Le lecteur devrait connaître la loi qui s'applique dans sa province.

Colombie-Britannique : *Pesticide Control Act Regulation*, 1981 (refondue, 1984)
Alberta : *Agricultural Chemicals Act*, 1980 (refondue en 1984)
Saskatchewan : *The Pest Control Products (Saskatchewan) Act*, 1973 (modifiée en 1976)
Manitoba : *The Clean Environment Act* (refondue en 1985)
Ontario : *Pesticides Act*, 1980 (révisée en 1985)
Québec : *Loi sur les pesticides*, 1987
Nouveau-Brunswick : *Pesticides Control Act*, 1982 (modifiée en 1983)
Nouvelle-Écosse : *Environmental Protection Act*
Île-du-Prince-Édouard : *Pesticides Control Act*, 1983 (modifiée en 1988)
Terre-Neuve : *The Pesticides Control Act*, 1983
The Pesticides Control Regulations, 1984

TABLE DE CONVERSION

Unités impériales	Facteurs de conversion	Unités métriques	
Longueur			
pouce	× 25	millimètre	(mm)
pied	× 30	centimètre	(cm)
verge	× 0,9	mètre	(m)
mille	× 1,6	kilomètre	(km)
Surface			
pouce carré (po^2)	× 6,5	centimètre carré	(cm^2)
pied carré (pi^2)	× 0,09	mètre carré	(m^2)
verge carrée (v^2)	× 0,836	mètre carré	(m^2)
mille carré	× 259	hectare	(ha)
acre	× 0,40	hectare	(ha)
Volume			
pouce cube	× 16	centimètre cube	(cm^3, mL, cc)
pied cube	× 28	décimètre cube	(dm^3)
verge cube	× 0,8	mètre cube	(m^3)
once liquide	× 28	millilitre	(mL)
chopine	× 0,57	litre	(L)
pinte	× 1,1	litre	(L)
gallon (R.-U.)	× 4,5	litre	(L)
gallon (É.-U.)	× 3,8	litre	(L)
Masse			
once	× 28	gramme	(g)
livre	× 0,45	kilogramme	(kg)
tonne courte (2000 lb)	× 0,9	tonne	(t)
Température			
degrés Fahrenheit	(°F – 32) × 0,56 ou (°F – 32) × 5/9	degrés Celsius	(°C)
Pression			
livres par pouce carré	× 6,9	kilopascal	(kPa)
Puissance			
cheval-vapeur	× 746	watt	(W)
	× 0,75	kilowatt	(kW)
Vitesse			
pieds par seconde	× 0,30	mètres par seconde	(m/s)
milles par heure (mph)	× 1,6	kilomètres par heure	(km/h)
Agriculture			
gallons par acre	× 11,23	litres par hectare	(L/ha)
pintes par acre	× 2,8	litres par hectare	(L/ha)
chopines par acre	× 1,4	litres par hectare	(L/ha)
onces liquides par acre	× 70	millilitres par hectare	(mL/ha)
tonnes par acre	× 2,24	tonnes par hectare	(t/ha)
livres par acre	× 1,12	kilogrammes par hectare	(kg/ha)
onces par acre	× 70	grammes par hectare	(g/ha)
plants par acre	× 2,47	plants par hectare	(plants/ha)